



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

석사학위논문

고령 여성체형의 직접측정치와 3차원
자동측정치간의 차이 분석

2016 년 8 월

서울대학교 대학원

의류학과

정 주 원

국문초록

고령 여성 체형의 직접측정치와 삼차원 자동측정 치간의 차이 분석

서울대학교 대학원 의류학과
정주원

본 연구의 목적은 한국 고령 여성의 직접측정치와 삼차원 자동측정치의 차이가 연령, 측면체형, BMI에 따라 어떻게 나타나는지 분석하고, 이와 관련하여 측정치 차이의 원인을 고찰하여 고령 여성에 대한 자동측정프로그램의 개선을 위한 기초자료를 제공하고자 하는 것이다. 본 연구에서는 70~85세의 한국 고령 여성의 직접측정치와 3차원 자동측정치를 이용하여 연령집단, BMI집단 그리고 측면체형에 따른 측정치 차이를 분석하였다. 측면체형에 따른 측정치 차이 분석하기 위해, 먼저 고령 여성 450명의 삼차원 형상자료를 이용해 객관적인 분류가 가능한 측면체형분류기준을 설정하고 이에 따라 체형 분류가 실시되었다. 연구 결과는 다음과 같다.

고령 여성의 직접측정치와 삼차원 자동측정치를 비교한 결과, 33개 항목중 29개의 항목이 유의미한 차이가 있었다. 20대 여성 마네킨 대상으로 측정치 차이를 비교한 선행연구와 비교해본 결과, 둘레항목에서 특히 고령 여성의 측정치 차이가 20대 마네킨의 것보다 현저히 더 큼을 알 수 있었다.

또한 ISO20685에서 제시한 허용오차평균과 비교한 결과, 33개 항목중 30개

항목이 초과하였다. 이를 통해 본 연구에서 사용된 자동측정프로그램 SNU AutoBM은 바르게 선 자세의 체형인 경우 높은 정확도를 보였으나, 자세 및 체형 변형이 많은 고령 여성의 경우 적합하지 않음을 확인할 수 있었다.

고령 여성의 체형 및 자세에 의한 측정치 차이가 발생하는지 파악하기 위해 우선 측면체형분류가 실시되었는데, 측면 형태 자세에 따라 ‘바른체형’, ‘휜체형’, ‘젖힌체형’, ‘숙인체형’로 분류되었고, 고령 여성의 주요 특징인 ‘무릎 굽은체형’도 나타나 총5가지 체형으로 분류되었다. 고령 여성에게 가장 많이 나타나는 체형은 바른체형 다음으로 숙인 체형이었고, 그 다음 휜 체형, 젖힌 체형으로 나타났다. 무릎굽은 체형은 다른 체형들과 중복하여 나타났다.

측정대상분류에 따른 직접측정치와 자동측정치 차이를 살펴보았는데, 먼저 연령 집단에 따른 측정치 차이를 분석한 결과, 연령이 증가할수록 신체길이와 체절길이의 측정치 차이가 커지는 것을 알 수 있었고, 이는 연령이 증가할수록 상반신 굴신과 무릎굽 등의 체형변형으로 측정치 차이가 더 크게 발생하는 것으로 판단되었다.

측면체형에 따른 집단간 측정치 차이를 분석한 결과, 허리높이, 젖가슴둘레, 장판지둘레, 넓다리 둘레에서 체형별 유의한 차이가 나타남을 알 수 있었다. 체형별 차이가 유의하게 나타나는 항목은 달랐는데, 휜 체형과 젖힌 체형의 측정치 차이평균값이 바른 체형과 숙인체형의 것보다 더 크게 나타남을 알 수 있었다.

BMI집단에 따른 측정치 차이를 분석한 결과 BMI가 높을수록 둘레항목에 대한 측정치 차이가 커짐을 알 수 있다. 그러나 측면체형에 따른 BMI의 분포를 살펴보고자 카이 검정한 결과 유의한 차이가 나타났으나, 모든 체형에서 비만이 가장 많이 나타났으므로 BMI가 체형이나 자세를 반영하지 않는 것으로 판단되었다.

이러한 결과와 관련하여 측정치 차이 원인을 분석한 결과, 바르게 선 자세의 체형인 경우에는 자동측정프로그램의 적합도가 높았으나, 고령 여성의 경우 자세 및 부위별 변형이 많이 일어나 다수 항목에서 문제가 발생하여 적합하게 활용되지 않음을 알 수 있었다. 그러므로 자세 및 부위별 체형 변형이 많이 일어나는 고령 여성의 경우, 이러한 체형특징을 반영한 체형 분류 알고리즘을 먼저 개발한 후, 이에 따라 분류된 체형의 측정치수경로를 설정한 자동측정프로그램의 개선이 필요하다.

본 연구를 통해 연령별, 측면체형별 그리고 BMI에 따른 측정치 차이가 어떻게 나타나는지 파악하고 그 원인을 파악할 수 있었으므로, 향후 고령 여성에게 활용성이 높은 자동측정프로그램 수정을 위한 기초자료로 활용될 것이라 기대된다.

주요어:고령 여성 체형, 직접측정치, 삼차원 자동측정치, 인체자동측정프로그램
학번: 2014-20368

목 차

1. 서론.....	1
1.1. 연구의 필요성.....	1
1.2. 연구의 목적.....	3
2. 이론적 배경.....	4
2.1. 고령 여성의 체형.....	4
2.1.1. 고령 여성의 체형 특성.....	4
2.1.2. 고령 여성의 체형 분류 연구.....	6
2.2. 직접측정법에 의한 인체 측정점 및 치수측정방법.....	13
2.2.1. 직접측정법의 측정점.....	13
2.2.2. 직접측정법의 측정치수.....	17
2.3. 3차원 인체 측정점 자동설정 및 자동측정 프로그램.....	20
2.3.1. 3차원 인체측정 방법과 특징.....	20
2.3.2. 3차원 인체 자동측정 프로그램.....	21
2.3.3. 직접측정치와 3차원 측정치의 차이에 대한 지표.....	25
3. 연구방법.....	26
3.1. 고령 여성의 직접측정치와 자동측정치 분석.....	27
3.1.1. 직접측정치와 자동측정치 차이 비교분석.....	27
3.1.2. ISO 20685 허용 평균 오차와의 비교분석.....	27
3.2. 고령 여성 측면 체형 분류.....	29
3.3. 직접측정치와 자동측정치 차이에 대한 분석.....	31
3.3.1. 항목간 측정치 차이 분석.....	31
3.3.2. 집단 분류에 따른 측정치 차이 분석.....	31
3.3.3. 항목별 측정치 차이 원인 분석.....	32
4. 연구 결과.....	33

4.1. 고령 여성의 직접측정치와 자동측정치 분석.....	33
4.1.1. 직접측정치와 자동측정치 차이 비교분석	33
4.1.2. ISO 20685 허용 평균 오차와의 비교 분석	36
4.2. 고령 여성 측면 체형 분류.....	39
4.3. 직접측정치와 자동측정치 차이에 대한 분석.....	42
4.3.1. 항목간 측정치 차이 분석.....	42
4.3.2. 집단 분류에 따른 측정치 차이 비교.....	42
4.4. 항목별 측정치 차이 원인 분석.....	50
 5. 결론 및 제언	 73
 참고 문헌.....	 76

표 목차

표 2-1. 고령 여성 체형 특성	6
표 2-2. 직접측정치를 이용한 고령 여성 체형 분류에 관한 선행연구.....	9
표 2-3. 사진에 의한 간접측정치를 이용한 고령 여성 체형 분류에 관한 선행연구 12	
표 3-1. 직접측정치와 3차원 측정치 비교항목	28
표 3-2. 측면 체형 판정을 위한 기준항목	30
표 3-3. 아시아-태평양 비만진단기준(대한비만학회, 2000).....	32
표 4-1. 고령 여성 직접측정치와 자동측정치 T검정 결과	34
표 4-2. 고령여성과 20대 여성 마네킨에 대한 SNU AutoBM의 자동측정치와 직접측정치 차이비교	35
표 4-3. 고령 여성 대상 직접·자동측정 차이와 ISO20685 허용평균오차 비교..	37
표 4-4. 측면 체형 유형과 측면 체형 기준항목	41
표 4-5. 연령집단에 따른 측정치 차이 평균 비교분석	43
표 4-6. 측면체형유형에 따른 측정치차이평균 비교분석.....	44
표 4-7. 측면체형별 유의한 항목의 측정치차이평균값과 ISO 20685 허용평균 오차 비교	45
표 4-8. 고령 여성 BMI 집단별 측정치차이평균 비교분석.....	47
표 4-9. 고령 여성 측면 체형별 BMI 분포 분석 결과.....	49
표 4-10. 측면체형별 목위어깨가쪽길이의 직접측정치와 자동측정치 차이 비교 51	
표 4-11. 70~85세 고령여성과 20~60대 여성 팔길이의 직접측정치와 자동측정치 차이 비교.....	53
표 4-12. 70~85세 고령여성과 20대 여성 마네킨 겨드랑앞접힘사이 길이의 직접측정치와 자동측정치 차이 비교	54
표 4-13. 측면체형별 목옆젖꼭지허리둘레선 길이의 직접측정치와 자동측정치 비교55	

표 4-14. 고령여성과 20대 여성 마네킨 키의 직접측정치와 자동측정치 차이 비교	57
표 4-15. 고령여성과 20대 여성 마네킨 가슴둘레의 직접측정치와 자동측정 치 차이 비교.....	59
표 4-16. 측면체형별 젖가슴둘레의 직접측정치와 자동측정치 비교.....	59
표 4-17. BMI에 따른 허리둘레, 배꼽수준허리 둘레의 직접측정치와 자동측정 치 차이 비교.....	60
표 4-18. 고령여성과 20대 여성 마네킨 엉덩이둘레의 직접측정치와 자동측 정치 차이 비교.....	63
표 4-19. BMI에 따른 목둘레의 직접측정치와 자동측정치 차이 비교.....	64

그림 목차

그림 2-1. 고령자 3D 인체형상측정조사 개발사업의 측정점	16
그림 2-2. ISO 85559 측정방법	17
그림 2-3. ISO 7250 측정방법	17
그림 2-4. WB4 Whole Body Scanner	21
그림 2-5. Hamamatsu사 BL scanner	21
그림 2-6. Cyberware DigiSize	22
그림 2-7. SNU AutoBM	22
그림 3-1. 연구 흐름도	26
그림 4-1. 분류된 고령 여성 측면 체형 유형.....	41
그림 4-2. 고령 여성의 흰체형과 젓힌체형, 바른체형의 목뒤어깨가쪽길이(빨간원부위) 측정사진	51
그림 4-3. 팔길이의 직접측정법과 자동측정법	52
그림 4-4. 스캔데이터의 겨드랑 부위(빨간 원 부위).....	54
그림 4-5. 40대 바른체형과 고령 여성 흰 체형, 젓힌체형, 숙인 체형의 목옆 점 및 젓꼭지점(빨간 원 부위) 비교	56
그림 4-6. 키의 직접측정법과 고령 여성의 측면 선 자세.....	57
그림 4-7. 엉덩이돌출점(빨간 원 부위) 위치 비교	62
그림 4-8. 목뒤점과 방패연골아래점 위치(사이즈코리아)	63
그림 4-9. 고령 여성의 정상체중과 비만의 목 부위.....	64
그림 4-10. 직접측정과 자동측정의 무릎뼈가운데점의 위치비교	65
그림 4-11. 직접측정과 자동측정(SNU AutoBM)의 볼기고랑점 위치(빨간원부위) 위) 66	
그림 4-12. 팔꿈치가운데점 위치 비교.....	67
그림 4-13. 편위팔둘레(빨간 원 부위) 위치 비교.....	68

1. 서론

1.1. 연구의 필요성

의학의 발전과 위생상태 및 영양상태의 개선 등으로 세계적으로 인간의 평균수명이 연장되어 왔고, 특히 선진 산업사회에서는 남녀의 평균수명이 80세를 넘어서게 되었다. OECD 자료에 의하면 우리나라의 노인인구의 비율이 급격히 높아지고 있으며, 21세기 중반에는 이 비율이 40%를 넘어 OECD국가 중 일본 다음으로 노인 비율이 높은 국가가 될 것으로 예상하고 있다. 이러한 고령화 사회를 대비해 노인 복지를 위한 여러가지 사회제도 및 실버 산업에 대한 관심은 점차 높아지고 있다. 이에 따라 고령자의 체형과 생리적 변화에 적합한 의류상품 개발들이 이루어지고 있으며, 학계에서도 고령자 관련하여 많은 연구가 많이 진행되고 있다.

고령자는 신체적, 생리적, 심리적인 변화를 경험하게 되는데, 그 중에서도 신체 외관상의 변화와 생리적 기능의 저하는 의복설계에 있어 중요하게 고려되어야 할 사항이다. 이와 관련해서 고령 여성 체형에 대한 연구들이 많이 이루어지고 있는데, 연구들에 의하면 고령자는 노화로 인해 운동신경이 저하되고, 근골격계가 퇴화하며, 척추가 변형되고, 호르몬이 변화한다. 이에 따라 고령 여성은 신장 및 높이 항목 감소, 유방 하수, 다리 형태의 변형, 허리와 배부위 비대화와 같은 체형 및 자세변화가 현저하게 나타난다. 이러한 고령 여성 체형의 변형은 연령이 증가할수록 심해지고, 개인차가 다양해지므로, 고령자를 위한 의복설계 및 인간공학적 제품 설계에 있어서 이러한 특징이 반드시 고려되어야 한다.

이를 위해 고령 여성의 체형을 보다 정확하게 파악하는 것이 중요한데, 2차원적인 측정방법으로는 한계가 있으므로 3차원 인체 형상자료를 통해 인체의 형태와 곡면을 분석하는 것이 필요하다. 최근 3차원 인체스캐너의 발달로 인체의 3차원 형상을 빠른 시간내에 정확히 얻을 수 있게 되었고, 이 형상을 이용하여 신속한 인체치수의 획득과 응용이 가능한 자동측정프로그램이 사용되고 있다. 개발된 프로그램들은 직접측정법과 마찬가지로 ISO 8559, ISO 7250의 정의를 기반으로 측정점에 따른 수평, 수직방향의 사이즈를 산출한다(한현숙, 2007). 그러나 바르게 선 자세를 기준으로 개발된 기존의 자동측정프로그램들은 고령자 인체 데이터 베이스가 생성되기 전에 만들어졌으므로, 체형 및 자세 변형이 많이 일어나는 고령자 대상으로 활용하는 것에 대해서는 검토가 필요하나, 이에 대한 연구는 거의 이루어지고 있지 않다.

따라서 본 연구에서는 고령 여성의 직접측정치와 자동측정치의 차이를 비교분석하여 고령 여성에 대한 자동측정프로그램의 적합성을 검토하고자 한다. 그리고 자세 및 체형 차이에 따른 측정치 차이를 파악하고, 이를 자동측정프로그램의 알고리즘과 관련해 측정치 차이의 원인을 분석하여, 이에 따라 요구되는 수정방향에 대해 고찰하고자 한다.

1.2. 연구의 목적

본 연구는 70~85세 고령 여성 465명의 형상자료와 33개의 동일한 인체측정 항목에 대한 직접측정치와 자동측정치를 사용하여, 연령·측면체형·BMI에 따른 측정치 차이를 분석하고, 이에 대한 결과와 자동측정프로그램의 알고리즘을 통해 측정치 차이의 원인을 분석하여 자동측정프로그램의 수정방향에 대한 기초자료를 제공하고자 한다. 연구목적에 따른 연구 내용은 다음과 같다.

첫째, ‘2014 고령자 3D 인체형상측정조사 개발사업’의 70~85세 고령여성 465명의 직접측정치와 3차원 자동측정치를 사용하여, 측정치 차이에 대해 선행연구 결과와 ISO 20685의 허용평균오차와 비교분석한다.

둘째, 고령여성의 측면체형에 의한 측정치 차이를 살피기 위하여 수치적인 기준을 설정한 후, 기준에 따른 10개의 측정항목에 대해 465명의 형상의 두께 및 각도를 측정하고 분석하여 측면 체형을 분류한다.

셋째, 연령, 측면체형, BMI집단의 집단간 측정치 차이를 분석한다.

넷째, 항목별 측정치 차이에 대해 연령, 측면체형, BMI 그리고 자동측정프로그램의 알고리즘을 함께 고려하여 원인을 분석한다.

2. 이론적 배경

본 장에서는 이론적 배경으로 고령 여성의 체형 특성 및 선행연구에서 이루어진 고령여성의 체형 분류 그리고 의복 제작 및 인간공학적 제품설계를 위한 직접 측정 및 3차원 인체 자동측정에 대해서 고찰하였다.

2.1. 고령 여성의 체형

2.1.1. 고령 여성의 체형 특성

노화가 진행됨에 따라 신체 구조적으로 근육과 골격의 무게가 가벼워지면서 몸무게도 감소한다. 이러한 근육과 골격의 변화는 신체의 여러 부분의 형태 변형에도 영향을 끼치게 된다. 고령 여성의 체형 특성과 관련한 선행연구를 살펴보면, 전신, 상·하반신에 관한 연구가 있다.

이경화, 최혜선(1994)은 노년여성에게 주로 나타나는 체형특징은 살이 찌고 가슴 부위에 비해 허리 부위가 비대해져, 너비 및 두께치수가 큰 형태가 많이 나타나고, 체간부가 상대적으로 길다고 하였다.

김경화 (1995)는 피하지방의 침착위치에 따라 체형이 달라진다고 하였으며, 노년 여성의 연령이 증가함에 따라 상반신의 굴신과 허리와 배 부위의 비만화, 가슴과 어깨, 엉덩이의 하수, 가늘어지는 사지와 같은 특징이 나타나게 된다고 하였다.

김인순, 성화경(2002)은 노년의 연령이 증가할수록 무릎과 등이 굽어지는 정도가 심해지고, 이와 더불어 비만과 상관관계를 나타내어 비만이 노년의 체형특징과 형태에 크게 영향을 미친다고 하였다.

김수아, 최혜선(2003)은 신장이 감소하면서 목과 어깨가 기울어지고 등길리와 뒤통이 증가하는 반면, 앞길리와 앞뒹은 감소한다고 하였으며, 흉부가 밋밋해진다고 하였다.

김수아, 이경미, 최혜선(2003)은 심한 척추 만곡과 함께 어깨, 등, 허리, 배 부위가 비대해지고, 목이 앞으로 기울어지는 양상도 보이며, 엉덩이가 처진다고 하였다.

홍정화, 박경택(2004)은 노화에 따라 근섬유의 부피가 감소함에 따라 근육의 크기도 줄어들고, 이로 인해 활동력을 저하되어 인체 여러 부분에 분포되어있는 근골격계의 근육작용에 여러 가지 변화를 일으킨다고 하였다. 그리고 이는 자세를 변화시키고 골반과 체간이 앞으로 구부러지게 하는데 영향을 끼친다고 하였다.

이수진 (2009)은 나이가 들수록 여성의 유두는 처지고, 배둘레와 엉덩이둘레 단면도의 두께와 너비는 비슷해지고, 복부비만으로 앞쪽은 배가 더 볼록해지고 돌출된다고 하였으며, 성옥진, 김숙진(2015)은 노년 비만 여성의 체형연구에서 연령이 높아질수록 편평지수에 의한 비교를 하였을 때, 체간부 두께가 두꺼워지고 복부 비만도가 증가한다고 하였다.

위의 선행연구들을 살펴본 결과, 다른 연령대와 비교하였을 때 고령 여성의 신체는 피하지방의 침착으로 인해 비만뿐 아니라 근골격계의 약화로 척추 변형으로 인해 무릎이나 등이 굽는 등 자세가 변하고 여러 가지 체형 특성이 나타나게 된다는 것을 알 수 있었다. 이는 일반적으로 많은 사람들에게 나타나는 체형 특징이 아니므로 고령 여성을 위한 의복설계 및 인간공학적인 제품설계 위해서는,

고령 여성의 부위별 인체 특징과 관련하여 체형유형에 대한 분석이 요구 된다. 그러므로 본 연구에서는 선행연구에서 나타난 부위별로 나타나는 변형특징<표 2-1> 중 근골격계와 관련된 어깨와 등 그리고 무릎 부위, 비만 특징이 제일 현저하게 나타나는 허리와 배 부위 그리고 하수가 나타나는 가슴부위에 영향을 받는 체형유형에 따른 측정치 차이를 살펴보고자 한다.

표 2-1. 고령 여성 체형 특성

고령 여성 체형 특징	이유	참고문헌
가늘어지는 사지	몸무게 감소, 근육 쇠퇴	김경화 (1995), 김수아 (2003), 김영숙(1996)
어깨 처짐 (어깨 경사각 감소)	근골격계 변형	김수아 외(2003), 김영숙(1996), 이수진 (2009)
무릎 굽음		김수아 외(2003), 이정임 외(2009), 김인순 외(2002)
복부 비만	피하지방 침착	남윤자 외(1999), 이경화 외(1994), 김인미(2009)
허리 비만		
등이 굽고 등굽	상반신 굴신, 척추 변형	이난희 외(2007), 김인순 외(2002), 이수진 (2009)
유방 하수 (유장 길어짐)	상반신 굴신, 살/피부 늘어짐	심부자 외(2007), 이은경 (2001) 이은정 (2006)

2.1.2. 고령 여성의 체형 분류 연구

고령자의 체형 분류는 상반신, 하반신, 전신으로 다양하게 이루어지고 있으며, 이는 직접측정치를 사용하여 분류하는 방법과 간접측정치를 사용하여 분류하는 방법이 있다.

직접측정치를 사용한 분류는 직접측정치를 요인 분석 후, 주요 인자를 통해 군집분석하여 체형 유형을 분류하는 방식이다. 선행연구에서 나타난 통계적인 방법에 의한 고령여성 체형 분류는 <표2-1>에 제시하였다.

김경화 (1995)는 60~84세의 노년 여성 368명의 직접측정치를 요인분석하여

비만, 높이, 체간부의 둘레 및 밑위의 크기요인, 앞중심을 제외한 길이요인, 앞 중심길이 요인의 총 5가지의 요인을 추출하였고, 이를 이용하여 군집분석 후 ‘키가 작고 살찐 체형’, ‘키가 작고 마른 체형’, ‘보통의 키에 중간정도의 비만형’, ‘키가 크고 전체적으로 비만한 체형’의 4가지 유형으로 분류하였다.

김영숙, 손희순(1996)은 55-79세의 노년 여성 225명의 직접측정치를 요인분석하여 상반신의 비만 요인, 어깨부위 요인, 상반신의 뒷면길이 요인, 상반신의 앞면길이 요인, 키와 팔의 수직방향크기 요인, 앞목너비 요인의 총 6가지 요인을 추출하여 군집분석하였고, ‘키가 작고 뒷면에 비해 앞면 어깨가 큰 체형’, ‘키가 크고 등과 어깨가 두꺼운 체형’, ‘보통 키에 비만도가 매우 높으며 젖힌 체형’, ‘골격이 작고 마른 왜소하고 숙인 체형’의 4가지 유형으로 분류하였다.

남윤자, 최인순(1999)은 노년 여성 60~82세 303명을 대상으로 직접측정치를 이용하여 요인분석하여 하반신 비만 인자, 하반신 수직크기 인자, 하반신 횡단 형태 인자, 허리부위의 굴곡 인자, 넓적다리 형태 인자, 무릎부위 수직크기 인자, 하반신 볼륨 인자, 엉덩이 처짐 인자의 8가지 요인을 추출하여 군집분석하였다. 그리하여 ‘평균체형에 배와 엉덩이 부위가 비만한 체형’, ‘키가 작고 뚱뚱하며 하반신이 동그랗고 허리선이 밋밋한 체형’, ‘보통 키에 낮은 비만도를 가진 체형’, ‘키가 가장 작고 마른 체형’, ‘키가 크고 비만한 체형’ 총 5가지 유형으로 분류하였다.

김수아 (2003)는 60대 이상의 노년 318명을 대상으로 지수치를 이용하여 상반신 체형 분류를 하였는데, 가장 판별력이 높은 신장과 체중을 이용한 지수치를 이용한 요인분석 결과, 체중에 대한 상반신의 횡적크기, 체중에 대한 상반신 두께, 신장에 대한 앞면의 길이, 신장에 대한 등면의 형태, 상반신 하부각도, 견갑부의 형태의 6가지 요인을 추출하였다. 이러한 요인들을 사용하여 군집분석을 실시하였고, ‘등이 굽지 않은 바른 체형’, ‘뒤로 젖혀진 체형’, ‘상반신 굴신 체형’

의 3가지 유형이 분류되었다.

김경화 (2001)는 비만 노인 여성의 하반신 체형 분석을 위해 직접계측치를 이용하여 요인분석하였고, 그 결과 하반신 비만요인, 하반신 높이요인, 체간부의 굴곡과 허리와 엉덩이의 형상을 나타내는 요인, 배와 엉덩이 형상을 나타내는 요인, 하반신 길이요인, 배부위의 돌출형상 요인, 발목요인의 7가지 요인이 추출되었다. 이 요인들을 가지고 군집분석하여 ‘두께가 두꺼운 비만체형의 배부위의 돌출이 심한 비만형’, ‘배부위나 엉덩이부위의 단면이 납작하고 엉덩이 부위가 다소 처진 유형’의 2가지 유형으로 분류하였다.

표 2-2. 직접측정치를 이용한 고령 여성 체형 분류에 관한 선행연구

연구자	연구 대상	연구 부위	분류 요인	분류 유형
김경화 (1995)	60~84	전신	1. 비만 인자 2. 높이 인자 3. 체지방의 둘레 및 밀위의 크기 인자 4. 앞중심길이를 제외한 상반신의 길이 인자 5. 앞중심길이 인자	1. 키가 작고 살찐 체형 2. 키가 작고 마른 체형 3. 보통 키에 중간 비만 체형 4. 키가 크고 모든 부위 비만한 체형
김영숙, 손희순 (1996)	55~79	상반신	1. 상반신의 비만 인자 2. 어깨부위 인자 3. 상반신의 뒷면길이 인자 4. 상반신의 앞면길이 인자 5. 키와 팔의 수직방향 크기 인자 6. 앞목너비	1. 키가 작고 뒷면보다 앞면이 다소 큰 체형 2. 키가 크고 등과 어깨가 두꺼운 체형 3. 골격과 비만도가 가장 높고 젖힌 체형. 4. 골격이 작고 마르며 왜소하여 숙인 체형.
남윤자, 최인순 (1999)	60~82	하반신	1. 하반신 비만 인자 2. 하반신 수직 크기 인자 3. 하반신 횡단형태 인자 4. 허리부위의 굴곡 인자 5. 넓적다리 형태 인자 6. 무릎부위 수직크기 인자 7. 하반신 볼륨 인자 8. 엉덩이 처짐 인자	1. 평균 체형으로 배와 엉덩이가 비만하여 허리선이 약간 잘록한 체형 2. 키가 작고 뚱뚱하며, 하반신이 동그랗고 허리선의 굴곡이 없는 밋밋한 체형 3. 보통 키에 비만도가 가장 낮은 체형 4. 키가 가장 작고 마른 체형 5. 키가 크고 비만한 체형
김수아 (2003)	60~	상반신	1. 체중에 대한 상반신의 형적크기 2. 체중에 대한 상반신 두께 3. 신장에 대한 앞면의 길이 4. 신장에 대한 등면의 형태 6. 상반신 하부각도 7. 견갑부의 형태	1. 등이 굽지 않은 바른 체형 2. 뒤로 젖혀진 체형 3. 상반신이 많이 굴신된 체형
김경화 (2001)	55~	하반신	1. 하반신 비만 인자 2. 하반신 높이 인자 3. 체간부의 굴곡과 허리와 엉덩이의 형상을 나타내는 인자 4. 배와 엉덩이 형상을 나타내는 인자 5. 하반신 길이 인자 6. 배부위의 돌출형상 인자 7. 발목 인자	1. 배부위 돌출이 심한 비만 체형 2. 배부위나 엉덩이부위의 단면이 납작하며, 엉덩이 부위가 다소 처진 체형

간접측정치를 이용한 체형 분류는 인체 사진 및 형상 자료를 가지고 측정한 데이터로 분류하는 방법으로 파악하기 어려운 체형의 부분적인 특징들을 보다 정확하게 파악할 수 있다는 장점이 있다. 사진을 통한 간접측정치를 사용하는 분류 방법을 통한 고령자 체형 분류에 대한 선행 연구는 <표2-2>에 제시하였다. 김경화 (1995)는 신체 측면에서 귀구슬점을 지나 바닥에 수직인 기준선을 중심으로 간접측정을 통해, ‘표준체형’, ‘흰 체형’, ‘굴신 체형’의 총 3가지 유형으로 분류하였다. ‘표준체형’은 곧은 자세로 반신의 경향이 있는 체형이고, ‘흰 체형’은 목이 앞으로 숙여지고, 견갑부가 돌출되어 등면 상부는 굴신되었고, 등면 하부는 반신인 등이 흰 체형이다. ‘굴신체형’은 상반신이 앞으로 숙여진 체형이다. 남윤자, 최인순(1997)은 인체 측면의 귀구슬점에서 바닥면과 이루는 수직선을 기준으로 간접측정하였고, ‘젓힌 체형’, ‘흰 체형’, ‘바른 체형’, ‘숙인 체형’의 4가지 유형으로 분류하였다. ‘젓힌 체형’은 앞두께가 뒤두께에 비해 큰 체형이고, ‘흰 체형’은 목이 앞으로 굽고 등면과 배부위가 돌출한 체형이며, ‘바른체형’은 자세가 바른 체형이며, ‘숙인체형’은 목과 등이 굽고 가슴이 처져 있으며 신체 뒤면 두께에 비해 앞면 두께가 작은 체형이다. 김인순, 성화경(2002)은 각도의 기준선은 천장에서 추를 내려 바닥과 이루는 수선으로, 두께의 기준선은 귀구슬점에서 바닥과 수직을 이루는 선으로 하여 신체의 앞뒤두께를 측정하였다. 그 결과 정면체형은 ‘H형’, ‘A형’, ‘역Y형’, ‘X형’의 4가지 유형으로 분류하였고, 측면체형은 ‘바른 체형’, ‘흰체형’, ‘숙인체형’, ‘젓힌체형’의 4가지 유형으로 분류하였다. 정면체형유형에서 ‘H형’은 일자형의 실루엣을 가진 유형이고, ‘A형’은 가슴너비보다 허리너비가 큰 실루엣을 가진 유형이다. ‘역Y형’은 상반신은 일자형이고 하반신은 굴곡이 큰 유형이고, ‘X형’은 정면의 허리와 엉덩이 굴곡이 큰 유형이다. 측면체형에서 ‘바른체형’은 앞뒤두께가 비슷하고, 무릎이 굽지 않고 곧은 편이며, 등이 굽거나 어깨가 숙여지지 않은 유형

이고, ‘휜 체형’은 상반신이 앞으로 숙여지고 무릎이 굽으면서 벌어져 S자 형태를 나타내는 유형이다. ‘숙인 체형’은 상반신이 앞으로 약간 숙여진 굴신된 유형이고, ‘젖힌 체형’은 상반신이 뒤로 젖히면서 배를 앞으로 내미는 반신 형태의 유형이다.

김희숙 (2002) 스크린을 배경으로 추를 매단 끈을 늘어뜨려 기준선을 설정하여 간접측정하였고, ‘바른체형’, ‘숙인 체형’, ‘젖힌 체형’, ‘휜 체형’의 4가지 유형으로 분류하였다. ‘바른체형’은 전체적으로 평균적인 형태와 크기를 가진 유형이고, ‘숙인 체형’은 전반적으로 크고 상반신이 앞으로 숙여진 유형이다. ‘젖힌 체형’은 하반신이 작고 상반신이 뒤로 젖혀진 유형이고, ‘휜 체형’은 등과 다리가 굽어져 있고, 측면형태가 휘어진 유형이다.

문지연 (2002)은 추를 매단 끈을 격자 스크린 옆에 늘어뜨려 정확한 수직선을 설정하여 기준척도로 삼아 하반신을 간접측정하였고, ‘배부위 너비가 엉덩이부위의 너비보다 큰 체형’, ‘비교적 너비와 둘레가 작은 균형적인 체형’, ‘허리, 배, 엉덩이 너비가 거의 비슷한 H형’, ‘배와 엉덩이에 비해 허리가 가늘며 긴 체형’의 4가지 유형으로 분류하였다.

위 선행연구들을 살펴본 결과 많은 연구에서 직접측정치와 사진을 이용한 간접측정치 등을 분석자료로 사용하여 이에 대한 요인 분석, 군집분석을 실시하고, 전신 또는 부분 체형을 유형화하는 방법을 사용하였다. 주로 ‘젖힌 체형’, ‘숙인 체형’, ‘휜 체형’을 두드러진 체형 유형으로 제안하고 있으며, 이와 더불어 허리와 배부위의 비대화에 의한 ‘비만 체형’도 많이 등장함을 알 수 있었다. 그러므로 노년 여성 체형 이러한 체형이 자세 및 형태에 있어 대표적으로 나타나는 특징임을 확인 할 수 있었다. 선행연구들은 주로 사진촬영을 통한 간접측정하는 2차원적인 측정방법을 사용하였는데, 이는 인체의 형상을 파악하는 것은 한계가 있으므로 체형의 차이를 더욱 시각화하여 분석하기 위해 3차원 인체 형상자료

를 사용하는 것이 필요하다. 이에 본 연구는 고령 여성 체형 특징들을 3차원 인체 형상을 사용하여 보다 객관적이면서도 정확하게 분류하기 위해 선행연구들을 종합적으로 참고하여 수치적인 기준으로 측면체형 분류하여 연구하고자 한다.

표 2-3. 사진에 의한 간접측정치를 이용한 고령 여성 체형 분류에 관한 선행연구

연구자	연구 대상	연구 부위	분류 기준	분류 체형
김경화 (1995)	60~84	전신	신체 측면에서 귀구슬점을 지나 바닥에 수직인 기준선을 중심으로 신체 앞면과 뒷면 두께 측정	1. 표준체형 2. 등이 휜 체형 3. 굴신체형
남윤자, 최인순 (1997)	60~81	상반신	인체 측면의 귀구슬점에서 바닥면과 이루는 수직선을 기준으로 가슴쪽과 등쪽을 앞뒤로 하여 좌우 폭과 높이 측정.	1. 바른 체형 2. 휜 체형 3. 젖힌 체형 4. 숙인 체형
김인순 성화경 (2002)	55~	전신	각도기준선: 천장에서 추를 내려 바닥과 이루는 수선 두께기준선: 귀구슬점에서 바닥과 수직을 이루는 선	(정면) 1.H형 2.A형: 3. 역Y형: 4.X형: (측면) 1. 휜체형 2. 숙인체형 3. 바른체형 4. 젖힌체형
김희숙 (2002)	60~	전신	스크린을 배경으로 추를 매단 끈을 늘어뜨려 기준선을 설정하여 간접측정하였고,	1. 바른 체형 2. 숙인 체형 3. 젖힌 체형 4. 휜 체형
문지연 (2003)	60~	하반신	추를 매단 끈을 격자 스크린 옆에 늘어뜨려 정확한 수직선을 설정하여 기준척도로 삼음.	1. 전체적으로 크고, 배부위 너비와 둘레가 엉덩이부위의 너비와 둘레보다 큰 체형 2. 허리와 배, 엉덩이 부위가 균형적이며 너비와 둘레가 작은 체형 3. 허리, 배, 엉덩이 너비가 거의 비슷한 H형 4. 배와 엉덩이에 비해 상대적으로 허리가 가늘며 긴 체형

2.2. 직접측정법에 의한 인체 측정점 및 치수측정방법

인체 측정은 의복설계 및 인간공학적 제품 설계를 위해 인간의 신체 치수 및 특성에 관한 자료를 산출하는 작업으로서 인체 측정자료는 의류, 가구류, 신발류 등의 일상용품이나 특수환경에서의 도구 및 의복에 이르기까지 다양하게 활용이 된다. 그리고 산업과 과학기술이 발달하면서 여러 분야에서 인간의 삶의 편의성과 기능을 최대화 시키는 방향으로 발전이 이루어지고 있는데, 특히 인체에 착용되는 의복 설계에는 보다 신뢰할 수 있는 인체 측정 자료의 중요성이 더 크다. 인체 측정은 뼈의 돌기나 관절 등 체표면에서 쉽게 찾을 수 있는 기준점을 기본으로 하여 인체의 크기과 형태를 재는 것으로, 의복설계를 위한 인체 측정은 인체를 관찰하고 수치적으로 나타낼 수 있는 명확한 기준에 따라 표준화된 측정방법으로 이루어져야 한다. 국제적으로 규정되어 있는 기준선과 기준점들이 있는데, 이들은 대체로 해부학적으로 인체를 구분하거나, 영양 상태에 영향을 받지 않는 뼈의 돌기나 뼈끝 등을 기준점으로 정하고 있으나, 피부 위에서 만져서 점을 찾아야 하기 때문에 많은 혼란이 필요하다(이순원 et al., 2002)

2.2.1. 직접측정법의 측정점

직접측정 방법은 R. martin식 측정 기구를 이용하여 인체를 측정하는 방법으로 인체의 길이항목, 둘레항목, 높이항목, 너비항목, 두께항목을 파악할 수 있다. 오랜 기간 동안 인체측정방법으로 활용된 만큼 측정방법이 확립되어 신뢰도가 높고 데이터 호환이 용이하다는 장점을 지닌다. 반면 단점으로는 측정자와 피험자 모두에게 많은 시간과 노력을 요구하며, 측정자의 숙련도에 따라 측정 결과가

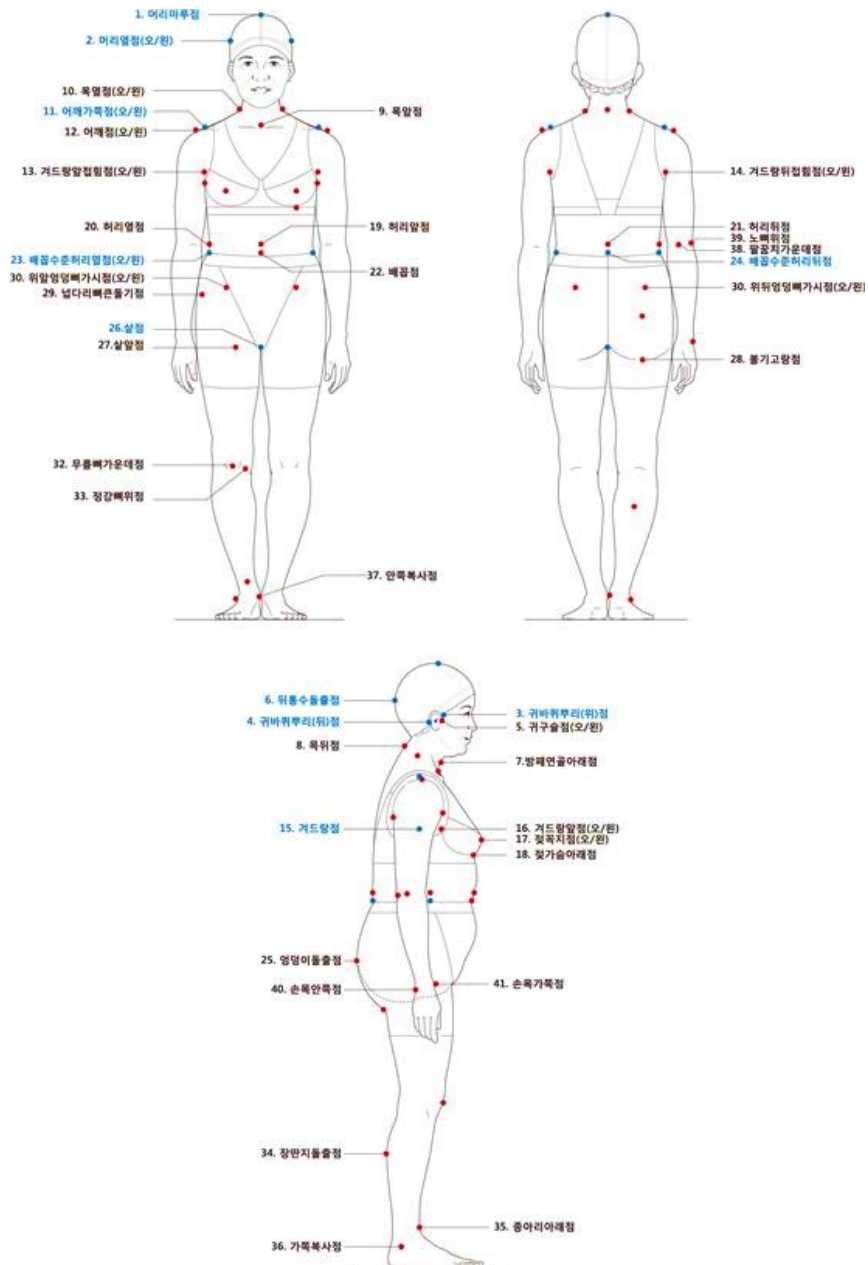
달라진다는 점이다(이순원 et al., 2002).

측정점들은 인체의 형태를 특징짓는 기준이 되며 의류제작에 필요한 치수항목들의 측정기준이 되는 중요한 점들이다. 의복제작을 위한 인체 측정점에 대해 정의하고 있는 자료는 산업자원부 기술표준원에서 제5차 한국인 인체치수조사 사업을 위한 기반조성사업의 일환으로 진행된 표준화 작업의 결과물인 ‘인체측정 표준화 용어집(Size Korea)’이 있다. 여기서 정의하고 있는 인체 측정점들은 <표 2-4>과 같다.

그리고 본 연구에서 사용된 고령 여성 데이터의 직접 측정 기준점과 3차원 전신 자동 측정 기준점은 <그림 2-1>에 제시되어 있다.

표 2-4. 인체측정표준화 용어 인체측정점(Size Korea)

번호	부위	표준화 용어	번호	부위	표준화 용어
1	머리	머리마루점	36	몸통	배꼽수준허리뒤점
2		머리옆점	37		위앞엉덩뼈가시점
3		눈살점	38		엉덩이돌출점
4		눈초리점	39		볼기고랑점
5		눈확아래점	40		살점
6		귀구슬점-오른쪽과 왼쪽	41		앞은배돌툰점
7		코뿌리점	42		정강뼈위점
8		턱끝점	43		무릎뼈위점
9		뒤통수돌출점	44		무릎뼈가운데점
10		뒤통수점	45		무릎뼈아래점
11	목	목뒤점	46	다리	넙다리가운데점
12		목앞점	47		오금점
13		목옆점-오른쪽과 왼쪽	48		장딴지돌출점
14		방패연골아래점	49		종아리아래점
15	몸통	어깨점-오른쪽과 왼쪽	50		안쪽복사점
16		어깨가쪽점-오른쪽과 왼쪽	51		가쪽복사점
17		어깨가운데점	52		앞은넙다리위점
18		겨드랑점	53		앞은무릎앞점
19		겨드랑앞점-오른쪽과 왼쪽	54		앞은오금점
20		겨드랑뒤점-오른쪽과 왼쪽	55	발	발안쪽점
21		겨드랑앞벽점-오른쪽과왼쪽	56		발가쪽점
22		겨드랑뒤벽점-오른쪽과왼쪽	57		발끝점
23		등뼈위겨드랑수준점	58		발꿈치점
24		겨드랑앞접힘점-오른쪽과왼쪽	59	팔	어깨세모근점-오른쪽, 왼쪽-
25		겨드랑뒤접힘점-오른쪽과왼쪽	60		위팔두갈래근점
26		복장뼈가운데점	61		노뼈위점
27		젖꼭지점-오른쪽과왼쪽	62		팔꿈치가운데점
28		젖가슴아래점	63		팔꿈치뒤점
29		얼제갈비뼈점	64		팔꿈치아래점
30		엉덩뼈능선점	65		팔꿈치가쪽점
31		허리옆점-오른쪽과왼쪽	66		손목안쪽점
32		허리앞점	67		손목가쪽점
33		허리뒤점	68	손	손안쪽점
34		배꼽점	69		손가쪽점
35		배꼽수준허리옆점-오른쪽, 왼쪽	70		손끝점



(출처: 2014 고려자 3D 인체형상측정조사 개발사업 보고서)

그림 2-1. 고려자 3D 인체형상측정조사 개발사업의 측정점

2.2.2. 직접측정법의 측정치수

각 나라마다 의복제작에 사용되는 인체치수들을 규격화하여 제시하고 있으며, 우리나라에서는 국제규격인 ISO 8559와 일치하는 KSA 7003(한국표준협회, 2004)에서 남성복, 여성복, 아동복의 모든 의류 아이템에 적용되는 인체 치수의 측정 위치와 방법을 정의하고 있다. KSA 7003의 구체적인 항목들은 <표 2-5>과 같으며, 그 측정방법을 그림으로 나타낸 예는 <그림 2-2>와 같다.

또한 인간공학적인 설계를 위한 인체측정 항목에 관한 규격인 KSA 7004(한국표준협회, 2004)도 있으며 이는 국제규격인 ISO 7250과 같다. 그 구체적인 항목들은 <표2-6>와 같으며, 측정방법은 <그림2-3>과 같다. 각 측정항목들은 인체측정표준화용어(SizeKorea)에 따라 나타내었다

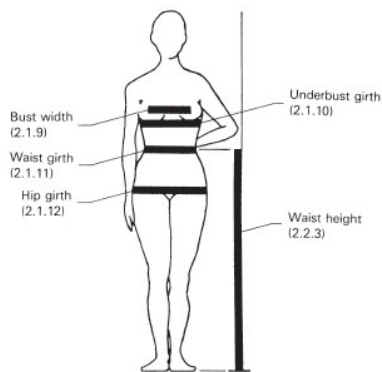


Figure 7

그림 2-2. ISO 85559 측정방법



Figure 15

(앉은어깨높이)

그림 2-3. ISO 7250 측정방법

표 2-5. KSA 7003(ISO 8559) 의복설계를 위한 인체측정 항목

번호	항목	표준화 용어	번호	부위	표준화 용어
1	수직방향 측정항목 (너비포 함)	머리둘레	36	수직방향 측정항목	허리높이
2		목둘레	37		엉덩이높이
3		목밑둘레	38		엉덩이 수직거리
4		어깨길이	39		무릎높이
5		어깨너비	40		가쪽복사높이
6		등 너비	41		앉은목뒤높이
7		가슴둘레	42		진동깊이
8		젓가슴둘레	43		등길이
9		가슴너비	44		목뒤오금길이
10		젓가슴아래둘레	45		목뒤높이
11		허리둘레	46		목뒤젓꼭지길이
12		엉덩이둘레	47		목뒤젓꼭지허리둘레선길이
13		위팔둘레	48		목옆젓꼭지길이
14		팔꿈치둘레	49		목옆허리둘레선길이
15		손목둘레	50		엉덩이옆길이
16		손둘레	51		몸통세로둘레
17		손직선길이	52		살앞뒤길이
18		넙다리둘레	53		겨드랑둘레
19		넙다리중간둘레	54		위팔길이
20		무릎둘레	55		팔길이
21		무릎아래둘레	56		목뒤손목안쪽길이
22		장판지둘레	57		팔안쪽길이
23		종아리최소둘레	58		다리가쪽길이
24		발목최대둘레	59		넙다리직선길이
25		발직선길이	60		살높이
26		키(설수없는유아)	61	기타 측 정항목	어깨경사각도
27		키	62		몸무게
28		몸통수직길이	63		

표 2-6. KSA 7004(ISO 7250) 인간공학적 설계를 위한 인체측정 항목

번호	항목	표준화 용어	번호	부위	표준화 용어
1	선자세 측정항목	몸무게	36	기타 측정항목	손직선길이
2		키	37		손바닥직선길이
3		눈높이	38		손너비
4		어깨높이	39		둘째손가락직선길이
5		굽힌팔꿈치높이	40		둘째손가락첫째관절너비
6		위앞엉덩뼈가시높이	41		둘째손가락둘째관절너비
7		살높이	42		발직선길이
8		무릎높이	43		발너비
9		젓가슴두께	44		머리두께
10		벽면몸통두께	45		머리너비
11		가슴너비	46		얼굴수직길이
12		엉덩이너비	47		머리둘레
13	앞은자세 측정항목	앞은키	48	기능성 측정항목	눈살뒤통수길이
14		앞은눈높이	49		귀구슬사이머리위길이
15		앞은목뒤높이	50		벽면어깨수평길이
16		앞은어깨높이	51		벽면앞으로뻗은 주먹수평길이
17		앞은팔꿈치높이	52		팔꿈치주먹수평길이
18		위팔수직길이	53		주먹높이
19		아래팔수평길이	54		팔꿈치손끝수평길이
20		어깨너비	55		엉덩이오금수평길이
21		위팔사이너비	56		목둘레
22		팔꿈치사이너비	57		젓가슴둘레
23		앞은엉덩이너비	58		허리둘레
24		앞은오금높이	59		손목둘레
25		앞은넙다리두께	60		넙다리둘레
26		앞은무릎높이	61		장딴지둘레
27		앞은엉덩이배두께	62		
28		벽면몸통두께	63		
29		앞은엉덩이배두께			

2.3. 3차원 인체 측정점 자동설정 및 자동측정 프로그램

2.3.1. 3차원 인체측정 방법과 특징

간접측정방법 중 하나인 3차원 인체측정방법은 인체에 접촉 없이 광학적 특성을 이용하여 빠른 시간 내에 인체의 3차원 형상정보를 얻을 수 있는 비접촉 방식이다. 3차원 인체측정은 측정 시간이 짧아서 측정 시간과 노력을 절약할 수 있다는 장점을 지니며, 인체의 3차원 형상정보를 획득할 수 있다는 장점을 지니지만 고가의 장비를 갖추어야 한다는 단점을 가진다(이순원 et al., 2002)

3차원 인체측정 방법은 인체를 간접적으로 측정할 수 있는 방법 중 하나로 우선 3차원 바디 스캐너를 사용하여 피측정자를 스캔한 후 3차원 인체 측정 프로그램을 이용하여 스캔된 3차원 데이터로부터 피측정자의 인체치수를 추출하는 것이다.

3차원 인체 측정에 사용되는 3차원 인체 스캐너는 측정방법에 따라 종류가 다양한데, 산업자원부 기술표준원에서 시행하고 있는 한국인 인체치수조사에서 3차원 인체측정에 사용된 기기는 미국의 사이버웨어(Cyberware)사가 개발한 Whole Body Scanner WB4와 일본 Hamamatsu사의 Body Line Scanner 2가지로 형태는 <그림 2-4>와 <그림 2-5>와 같다.(홍은희, 2013).

미국의 사이버웨어사의 3D스캐너는 경제적인 비용으로 빠르고 정확하면서도 손쉽게 사용할 수 있다는 장점이 있다. 4개의 스캔 헤드(scan head)가 빠른 속도로 방대한 수의 인체측정점을 17초만에 스캔할 수 있다. Hamamatsu사(일본)의 스캐너도 네 개의 스캔헤드가 위에서 아래로 일정한 속도로 내려와 약 10초만에 인체 표면의 3차원 좌표값을 얻은 후 자동으로 인체 표면을 생성하며 의류 제작에 필요한 치수들을 측정한다.

본 연구에서는 국가기술표준원에서 시행한 ‘2014 고령자 3D 인체형상측정조사 개발사업’의 측정데이터를 사용하였는데, 측정을 위해 사용한 3차원 스캐너는 Hamamatsu사(일본)의 BL Sanner로, 09’년도의 “인체형상측정 프로토콜 고도화”사업의 표준 마네킨 형상 분석 결과 가장 재현이 뛰어났고, 측정 신뢰성 테스트 결과 허용범위내의 항목이 가장 많다고 판단되어 측정에 사용되었다..



출처: <http://cyberware.com/products/scanners/wbx.html>

그림 2-4. WB4 Whole Body Scanner



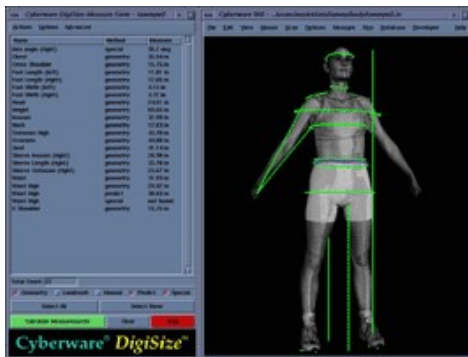
출처: <http://discovery.ucl.ac.uk/13462/1/13462.pdf>

그림 2-5. Hamamatsu사 BL scanner

2.3.2. 3차원 인체 자동측정 프로그램

자동인체측정 프로그램은 인체를 3차원으로 스캐닝하면서 최대 2mm 간격으로 인체 각 부분을 측정함으로써 정확한 체형자료를 얻을 수 있을 뿐만 아니라 산출된 자료를 데이터베이스에 자동 저장함으로써 짧은 시간에 표본에 대한 통계

자료와 분석치를 산출하는 프로그램이다(김혜경 et al., 1997). 대표적으로 사이즈코리아의 인체치수조사사업에 사용되는 사이버웨어사의 디지사이즈(DigiSize)와 서울대학교 의복인간공학연구실에서 개발된 SNU AutoBM(한현숙, 2009) 프로그램이 있다<그림 2-6, 그림 2-7>.(김혜경 et al., 1997)



출처: <http://cyberware.com/products/scanners/wbx.html>

그림 2-6. Cyberware DigiSize



그림 2-7. SNU AutoBM

Cyberware의 인체측정 프로그램인 DigiSize는 3차원 스캔을 통해 얻은 파일을 통해 의류에서 필요로 하는 치수를 자동 및 수동으로 추출할 수 있고, 3차원 형상데이터와 측정치를 데이터베이스화하여 이를 사용하여 통계분석이 가능하다. 또한 개인에게 맞는 기성복의 사이즈를 선택해주는 기능을 가지고 있다. 기본적으로 제공되는 인체 치수는 22개로 되어 있으나, 필요에 따라 새로운 측정치를 추가할 수 있도록 되어 있다 (서동애, 2001).

서울대학교에서 개발된 SNU AutoBM는 체형의 특성을 각 측정점마다 반영하여 설정한 후, 직접측정법을 보다 정확하게 반영하여 치수측정경로를 설정하여 62개의 인체항목을 자동측정할 수 있는 프로그램이다. 3차원 인체 표면에서 단면도나 실루엣선, 표면 기울기 등의 기하학적인 형상 특징을 바탕으로 통계적인

방법과 회귀식 등을 사용하여 측정점과 치수측정경로를 설정하였다. 그리고 선행연구(한현숙, 2007)에 따르면, SNU AutoBM와 직접측정치, 그리고 기존의 측정 프로그램들의 측정치를 각각 비교한 결과, 인체분기점, 목부위, 어깨부위, 몸통부위, 팔과 다리 부위의 모든 측정점에서 SNU AutoBM의 정확도가 더 높았고, 자동설정된 치수에 있어서도 기존의 프로그램보다 둘레 치수와 길이 치수의 대부분에서 더 높은 정확도를 보여주었다고 하였다<표 2-7>.

표 2-7. 20대 여성 마네킨을 대상으로 SNU AutoBM(본 연구 프로그램), A사, B사 프로그램과의 정확도 비교

		(단위:mm)		
항목		본 연구프로그램 오차(직접-자동)	A사 오차	B사 오차
높이	어깨가쪽높이	-2	7	-7
	목앞높이	7	12	1
	젖가슴높이	0	21	6
	허리높이	-1	14	-7
	배돌출높이	-2	0	-26
	엉덩이높이	3	6	-21
	살높이	1	-3	2
	무릎높이	-8	10	13
둘레	겨드랑둘레	7	20	56
	젖가슴둘레	1	21	-1
	젖가슴아래둘레	3	-42	46
	허리둘레	5	0	-11
	엉덩이둘레	0	-6	-9
	넙다리둘레	-1	-2	-12
	무릎둘레	-4	0	0
	장딴지둘레	3	36	-3
길이	팔꿈치둘레	6	-4	0
	등길이	-8	-7	-10
	어깨길이	6	7	2
	겨드랑앞벽사이길이	17	-12	-6
	겨드랑뒤벽사이길이	5	3	-22
	젖꼭지사이길이	3	36	22

출처: 한현숙(2007), 의복제작을 위한 3차원 인체 측정점 및 치수

그러나 바르게 선 자세를 기준으로 개발된 기존의 측정프로그램에서 자세 변형이 많이 일어나는 고령자의 3D 형상을 측정하게 되면 <그림 2-8>과 같이 문제가 발생하는 것을 알 수 있다. 이와 관련하여 분석하기 위해 본 연구에서 사용된 데이터의 측정프로그램인 SNU AutoBM의 측정알고리즘을 참고하여 측정 오차의 원인에 대한 분석을 하였다.

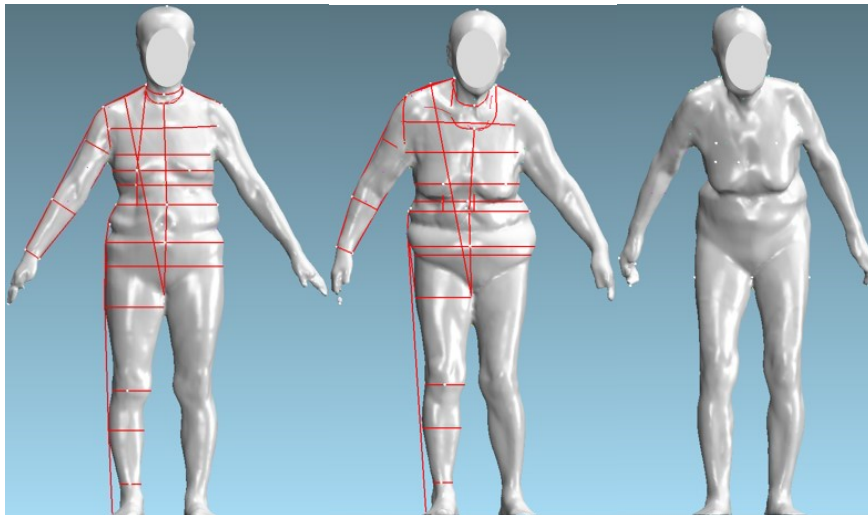


그림 2-8 자동측정프로그램에서 고령자의 3D 형상 예시

2.3.3. 직접측정치와 3차원 측정치의 차이에 대한 지표

본 연구에서는 고령 여성의 직접측정치와 자동측정치의 편차(절대값)를 살펴봄으로써, 고령 여성에 대한 자동측정프로그램의 활용성을 검토하고자 한다. 이를 위해, ISO에서 제시하고 있는 허용평균오차와 비교하였는데, ISO 20685에서 제시하는 허용평균오차는 3차원 측정 알고리즘으로부터 얻어진 인체치수가 전통적인 방법인 직접측정 치수(KSA 7004/ISO 7250)와 근접하도록 표준화하기 위한 것이다. 3차원 이미지로부터 추출된 측정치와 전통적인 측정치와의 오차($d = \text{스캔측정치} - \text{직접측정치}$) 평균이 95% 신뢰구간에서 <표2-5>의 측정치와 같은 \pm 오차라면 3차원 측정 시스템은 KSA 7004/ISO 7250 방법과 근접하다고 판단할 수 있다고 한다(ISO20685). <표 2-8>에서 ‘평균오차’는 편차들의 평균 절대값을 의미하고, ‘절대평균오차’는 평균편차의 범위를 나타낸다.

표 2-8. ISO20685 추출 자료(스캔 측정치)와 전통적인 측정치 사이의 최대 오차

측정형태	최대오차	
	평균오차	절대평균오차
체절 길이 (예. 엉덩이 - 오금 길이)	5mm	10mm
신체 길이 (예. 어깨높이)	4mm	8mm
큰 부위 둘레 (예. 가슴둘레)	9mm	18mm
작은 부위 둘레 (예. 목둘레)	4mm	8mm
몸통 너비 (예. 양 어깨 봉우리 너비)	4mm	8mm
몸통 두께 (예. 가슴 두께)	5mm	10mm
머리카락을 포함한 머리치수	1mm	2mm
머리카락을 제외한 머리치수	2mm	4mm
손치수	1mm	2mm
발치수	2mm	4mm

3. 연구방법

본 연구의 자료는 2014년 6월~ 2014년 12월에 시행된 고령자 3D인체형상측정조사 개발사업의 70~85세 고령 여성 465명의 형상자료와 33개의 동일한 인체측정항목에 대한 직접측정치와 자동측정치를 사용하였다. 연구대상은 2010~2012년까지의 보건복지부 국민건강영양조사의 인체치수 데이터(신장, 체중, 허리둘레)를 사용하여 ISO 15535(2006)의 적정측정지원 산출 공식에 따라 추출되었다.

연구의 목적은 한국 70~85세 고령 여성의 직접측정치와 3D 자동측정치 차이를 분석하여 SNU AutoBM(인체자동측정프로그램)의 수정방향에 대해 고찰하고자 하는 것이다. 본 연구의 흐름도는 <그림 3-1>와 같다.

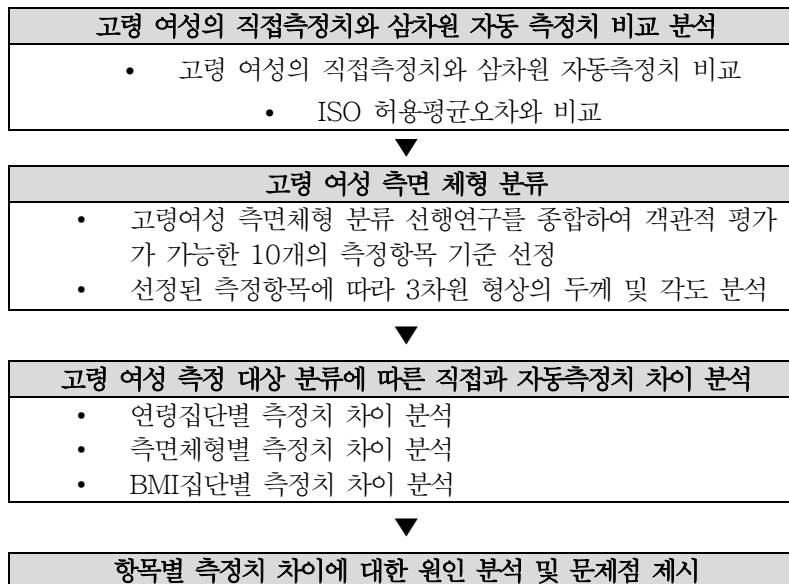


그림 3-1. 연구 흐름도

3.1. 고령 여성의 직접측정치와 자동측정치 분석

3.1.1. 직접측정치와 자동측정치 차이 비교분석

본 연구의 고령 여성의 직접측정치와 자동측정치의 차이가 유의미한지 살펴보기 위해, 통계프로그램인 SPSS 22.0을 사용하여 대응표본 T검정을 실시하였다. 사용된 직접측정치와 자동측정치 측정항목은 길이항목 10개, 높이항목 4개, 둘레항목 16개, 너비항목 2개, 두께항목 1개로 총 33개 항목이다.<표3-1> 그리고 본 연구에서 사용된 자동측정프로그램에 대해, 선행연구에서 바르게 선 자세의 마네킨 대상으로 얻은 항목별 측정치 차이(직접측정치와 자동측정치의 차이값)와 본 연구에서의 측정치 차이를 비교하여, 고령 여성의 경우 측정치 차이가 더 크게 나타나는지 파악하여 고령 여성에 대한 프로그램의 적합성에 대해 검토하고자 한다.

3.1.2. ISO 20685 허용 평균 오차와의 비교분석

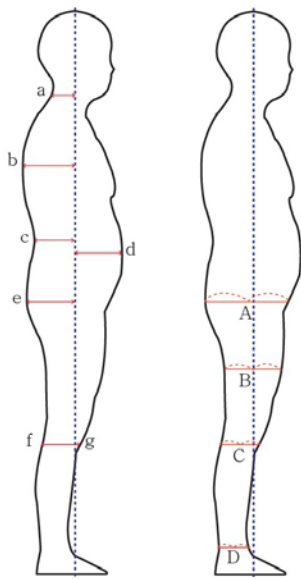
고령여성의 33개 동일한 측정항목<표 3-1>에 대한 직접측정치와 자동측정치 차이의 절대값($d = \text{자동측정치} - \text{직접측정치}$)을 ISO 20685에서 제시한 허용평균 오차와 비교하여 측정치 차이가 더 크게 나타난 항목들을 파악하고, 이에 해당하는 피험자의 비율 정도를 살펴보고자 하였다. 이를 위해 기술통계분석이 실시되었다.

표 3-1. 직접측정치와 3차원 측정치 비교항목

1	목옆뒤허리둘레선길이	12	가슴둘레	23	손목둘레
2	목뒤어깨가쪽길이	13	젖가슴둘레	24	머리둘레
3	팔길이	14	젖가슴아래둘레	25	머리너비
4	겨드랑뒤접힘사이길이	15	허리둘레	26	머리두께
5	겨드랑앞접힘사이길이	16	넙다리둘레	27	머리수직길이
6	목옆젖꼭지길이	17	편위팔둘레	28	귀구슬사이너비
7	목옆젖꼭지허리둘레선길이	18	목둘레	29	키
8	귀구슬사이머리위길이	19	무릎둘레	30	허리높이
9	목옆머리마루목옆길이	20	장판지둘레	31	겨드랑높이
10	배꼽수준허리둘레	21	종아리최소둘레	32	가쪽복사높이
11	엉덩이둘레	22	발목최대둘레	33	팔길이

3.2. 고령 여성 측면 체형 분류

고령 여성의 측면체형에 따라 측정치 차이가 유의하게 나타나는 항목이 있는지 파악하기 위해 고령 여성 측면체형 분류를 하였다. 고령 여성 체형 분류에 대한 선행 연구들에서는 주로 사진 자료를 이용하여 귀구슬점에서 수직으로 내린 측면기준선을 중심으로 인체의 앞, 뒤 두께 및 각도 측정하여, 대표적으로 바른체형, 흰 체형, 젖힌 체형, 숙인 체형으로 분류하였다. 본 연구에서는 피험자 체형에 대한 정확하고 객관적인 평가를 위해 수치적으로 측면체형 분류 기준을 제시한 이정임, 이양경(2009)의 연구를 바탕으로, 고령 여성의 형태를 보여주는 측면의 앞과 뒷부분을 두께와 관련지어 살펴보기 위해 목뒤점뒤두께(a)+무릎앞두께(g), 등돌출점뒤두께(b)+무릎앞두께(g), 엉덩이뒤두께(e)+배앞두께(d), 엉덩이뒤두께(e)+무릎앞두께(g), 등돌출점뒤두께(b)-목뒤점뒤두께(a), 등돌출점뒤두께(b)-등뒤최소만곡점뒤두께(c), 무릎각1(A~C~D), 무릎각2(B~C~D)의 총 8개의 계산항목을 사용하였고, 각 두께 합과 두께 차, 무릎각 항목의 값이 모두 $(x-\sigma) \leq x \leq (x+\sigma)$ 범위에 들어가는 피험자들을 바른체형으로 보고 ' $x-\sigma$ '보다 작거나 ' $x+\sigma$ '보다 큰 경우를 그 외 체형으로 판정하도록 하였다. 이를 통해 분류되지 않는 체형의 경우 그 외 고령 여성 측면 체형 연구들(남윤자 외(1997), 김경화 외(1996), 김인순 외(2002), 이수진 (2009) 등)을 종합적으로 참고하여 수정된 측면 체형 분류 기준을 만들었다. 수정된 측면 체형 기준 항목은 <표 3-2>에, 측면 체형 분석을 위한 기준 부위는 <그림 3-1>에 제시하였다. Geomagic Design X 2014 프로그램을 이용하여 3차원 형상을 측정하였고, 위의 계산항목을 통해 도출된 수치적 결과와 3차원 형상을 시각적으로 비교하여 최종적으로 고령 여성 측면 체형을 분류하였다.



- a: 목뒤점두께
- b: 등돌출점뒤두께
- c: 등뒤최소만곡점뒤두께
- d: 배돌출점앞두께
- e: 엉덩이돌출점뒤두께
- f: 무릎점뒤두께
- g: 무릎점앞두께
- A: 엉덩이두께의 이등분점
- B: 넓다리두께(엉덩이두께와 무릎두께 사이의 이등분 위치)의 이등분점
- C: 무릎두께의 이등분점
- D: 종아리최소두께의 이등분점

참고: 이정임 and 이양경 (2008)

그림 3-1. 측면 체형 분류 분석을 위한 기준 부위

표 3-2. 측면 체형 판정을 위한 기준항목

측면 체형 유형	측면 체형 기준 항목
두께합	목뒤점뒤두께(a) + 무릎앞두께(g)
	등돌출점뒤두께(b) + 무릎앞두께(g)
	엉덩이뒤두께(e) + 배앞두께(d)
	엉덩이뒤두께(e) + 무릎앞두께(g)
두께차	등돌출점뒤두께(b) - 목뒤점뒤두께(a)
	등돌출점뒤두께(b) - 등뒤최소만곡점뒤두께(c)
무릎각	무릎각1 (A~C~D)
	무릎각2 (B~C~D)

무릎각1: 엉덩이두께와 무릎두께, 종아리 최소두께의 이등분점이 이루는 각
 무릎각2: 넓다리두께(엉덩이두께와 무릎두께 사이의 이등분 위치)와 무릎두께, 종아리최소두께의 이등분점이 이루는 각

3.3. 직접측정치와 자동측정치 차이에 대한 분석

3.3.1. 항목간 측정치 차이 분석

고령 여성 직접측정치와 자동측정치 차이가 항목간에 서로 영향을 미치는지 파악하기 위해 항목간 측정치 차이값의 상관관계 분석을 실시하였다.

3.3.2. 집단 분류에 따른 측정치 차이 분석

고령 여성의 연령 및 측면체형유형 그리고 BMI에 따른 직접측정치와 자동측정치 차이를 비교분석하기 위해, 연령집단, 측면체형집단, BMI집단에 따른 통계분석을 실시하였다.

연령에 따라 직접·자동측정치간의 차이가 있었다는 선행연구결과(한현숙, 남운자, & 최경미, 2006)에 따라, 고령여성의 경우에도 연령에 따라 측정치 차이가 다르게 나타나는지 파악하기 위해 연령집단에 따른 측정치 차이값의 통계분석이 실시 되었다. 우선 09'년도에 추진한 “인체형상측정 프로토콜 고도화”사업결과에 따라 5세 단위로 70~74세, 75~79세, 80~85세 3개의 연령집단으로 분류하였다. 이는 인체형상측정 프로토콜 사업결과 분석에서 40세 이후 집단의 경우 5세 단위로 체형차이가 나타남을 알 수 있었고, 고령화가 급격히 진행되고 있는 우리나라의 산업 환경적 측면에서도 5세 단위로 세분화하여 측정하는 것이 활용측면에서 유의미할 것이라고 제시하였기 때문이다. 이처럼 연령집단을 나눈 후, 직접·자동측정치 차이에 대한 일원분산분석을 실시하였다.

또 측면체형에 따라 어떤항목에서 측정치 차이가 더 크게 나타났는지 확인하기

위해 본 연구에서 분류된 측면 체형 유형에 따른 측정치 차이값의 일원분산분석을 실시하였다.

그리고 BMI에 따른 측정치 차이를 살펴보기위해 BMI집단에 따른 항목별 측정치 차이값에 대한 일원분산분석을 실시하였는데, 이는 선행연구(한현숙 et al., 2006) 에서 BMI가 높을수록 피부눌림에 의한 측정치 차이가 발생하였다는 결과를 고려한 것이다. BMI집단은 아시아-태평양 비만진단 기준(대한비만학회, 2000) <표3-4>을 따라, 정상체중(BMI 18.5~22.9), 과체중(BMI 23~24.9), 비만1(BMI 25~29.9)의 3개 집단으로 나누었다. 일원분산분석시 저체중(BMI <18.5)은 9명 비만2(BMI 30~39.9)는 23명으로 집단 표본수 비율을 맞게 하기위해 제외되었고, 심각한 비만3(BMI ≥ 40)의경우 해당 피험자가 없어 제외되었다. 또한, 측면체형에 따른 BMI분포를 살펴보기 위해 카이 검증이 사용되었다.

표 3-3. 아시아-태평양 비만진단기준(대한비만학회, 2000)

분류	BMI(kg/m ²)
저체중	<18.5
정상체중	18.5~22.9
과체중	23~24.9
비만Ⅰ	25~29.9
비만Ⅱ	30~39.9
심각한 비만Ⅲ	≥ 40

3.3.3. 항목별 측정치 차이 원인 분석

위의 연구 방법들을 통해 얻은 결과와 자동측정프로그램 관련 선행연구들을 함께 고찰하여, 항목별로 직접측정치와 자동측정치 차이의 원인에 대해서 분석하고자 한다.

4. 연구 결과

4.1. 고령 여성의 직접측정치와 자동측정치 분석

4.1.1. 직접측정치와 자동측정치 차이 비교분석

먼저 고령 여성의 직접측정치와 자동측정치의 평균 측정치 간 차이가 있는지 파악하기 위해 대응표본 T검정을 실시한 결과가 <표 4-1>에 제시되었다. 겨드랑 높이, 허리높이, 가쪽복사 높이, 목둘레를 제외한 29개 항목(총 33항목)에서 측정치간에 통계적으로 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다. 이와 관련하여 본 연구에서 사용된 자동측정프로그램인 ‘SNU AutoBM’의 고령 여성에 대한 적합도를 확인하고자 선행연구(한현숙, 2007)에서의 20대 여성 마네킨 측정치 차이와 본 연구 고령여성의 측정치 차이를 동일항목 20개에 대해 비교해본 결과<표 4-2>, 높이 항목에서는 측정치 차이가 크게 다르지 않았으나, 둘레항목에서는 고령 여성 대상의 측정치 차이가 현저히 더 크게 나타났다. 위의 결과들을 통해, ‘SNU AutoBM’은 바른체형의 선 자세인 20대 여성 마네킨의 경우 높은 정확도를 보이지만, 바른체형에서 변형된 고령 여성의 경우 직접측정치와 자동측정치의 차이가 더 커지므로, 고령 여성에 대해서 측정프로그램의 활용이 적합하지 않음을 알 수 있다.

표 4-1. 고령 여성 직접측정치와 자동측정치 T검정 결과

(단위:mm)

측정항목	N	직접치	자동치	직접치-자동치	t
		평균(표준편차)	평균(표준편차)	평균(표준편차)	
키	446	1491.71(52.87)	1492.81(54.30)	-1.10(9.59)	- 2.42*
겨드랑높이	446	1081.94(45.76)	1081.65(45.81)	0.28(3.10)	1.92
허리높이	446	907.47(38.43)	907.57(38.64)	-0.10(2.72)	- 0.75
가쪽복사높이	446	60.73(5.25)	60.48(5.05)	0.05(1.31)	0.87
목둘레	446	348.38(19.22)	348.03(24.18)	0.34(13.33)	0.54
가슴둘레	446	898.55(57.89)	928.41(63.97)	-29.86(19.60)	- 32.17***
젖가슴둘레	446	947.73(75.07)	952.78(75.73)	-5.05(16.46)	- 6.48***
젖가슴아래둘레	446	838.61(64.83)	860.48(77.18)	-21.86(26.98)	- 17.11***
허리둘레	446	888.62(85.60)	908.50(82.67)	-19.87(17.28)	- 24.29***
엉덩이둘레	446	917.67(58.23)	938.61(64.34)	-20.94(19.44)	-22.75***
넓다리둘레	446	520.40(40.89)	511.72(44.29)	8.68(18.56)	9.88***
무릎둘레	446	351.00(24.97)	356.04(27.26)	-5.04(6.90)	- 15.44***
장딴지둘레	446	325.13(25.08)	329.12(26.26)	-3.99(6.43)	- 13.1***
편팔꿈치둘레	446	295.07(26.28)	322.32(31.57)	-27.24(20.52)	- 28.04***
편팔꿈치둘레	446	237.92(16.87)	243.98(17.32)	-6.06(5.39)	- 23.73***
손목둘레	446	159.87(8.24)	166.11(10.92)	-6.23(4.79)	- 27.49***
목옆젖꼭지길이	444	281.48(18.82)	289.65(21.28)	-8.18(10.65)	- 16.17***
겨드랑앞접합사이길이	446	320.81(24.19)	335.09(24.74)	-14.28(14.57)	- 20.71***
겨드랑뒤접합사이길이	446	348.30(26.90)	341.49(22.27)	6.81(15.94)	9.01***
팔길이	446	526.56(21.66)	511.56(23.30)	14.71(11.14)	27.89***
목옆뒤허리둘레선길이	445	418.40(22.34)	417.42(21.58)	0.98(9.77)	2.11*
목뒤어깨가쪽길이	446	182.09(11.70)	179.87(11.93)	2.22(9.48)	4.95***
목옆젖꼭지 허리둘레선길이	444	393.05(26.06)	395.85(27.28)	-2.80(12.25)	- 4.82***
배꼽수준허리둘레	446	912.48(84.18)	936.10(87.97)	-23.62(26.96)	- 18.50***
종아리최소둘레	446	205.11(14.32)	208.05(16.24)	-2.94(4.50)	- 13.81***
발목최대둘레	446	237.31(12.86)	258.80(16.41)	-21.49(9.35)	- 48.56***
귀구슬사이머리위길이	440	372.65(13.23)	358.06(14.55)	14.58(8.89)	34.41***
목옆머리마루목옆길이	440	596.47(20.40)	572.15(22.13)	24.32(12.82)	39.78***
머리둘레	440	543.72(14.34)	555.24(15.18)	-11.52(7.48)	- 32.32***
머리너비	440	150.85(5.27)	161.90(6.25)	-11.05(4.18)	- 55.39***
머리두께	440	177.66(6.31)	186.48(6.42)	-8.82(4.69)	-39.41***
머리수직길이	440	222.88(9.55)	227.18(8.61)	-4.30(9.53)	- 9.45***
귀구슬사이너비	440	136.21(5.05)	147.56(5.13)	-11.36(2.98)	- 79.74***

p<.01, *p<.001

표 4-2. 고령여성과 20대 여성 마네킨에 대한 SNU AutoBM의 자동측정치와 직접측정치

차이비교

(단위:mm)

항목	고령 여성 평균 측정치 차이	20대 여성 마네킨 측정치 차이
키	-1.1	2
겨드랑높이	0.28	7
허리높이	-0.10	-1
가쪽복사높이	0.05	-1
목둘레	0.34	4
가슴둘레	-29.86	-4
젖가슴둘레	-5.05	1
젖가슴아래둘레	-21.86	3
허리둘레	-19.87	5
엉덩이둘레	-20.94	0
넓다리둘레	8.68	-1
무릎둘레	-5.04	-4
장딴지둘레	-3.99	3
편위팔둘레	-27.24	0
편팔꿈치둘레	-6.06	6
손목둘레	-6.23	5
목옆젖꼭지길이	-8.18	8
겨드랑앞접힘사이길이	-14.28	17
겨드랑뒤접힘사이길이	6.81	5
팔길이	14.71	-15

*20대 여성 마네킨 측정치 차이:한현숙 2007 선행연구 결과

4.1.2. ISO 20685 허용 평균 오차와의 비교 분석

ISO/DDIS 20685에서 제시한 측정형태 별 최대오차를 기준으로, 고령 여성의 직접측정치와 3D 형상 자동측정치 차이를 비교하기 위해 측정치 차이에 대한 기술통계분석을 실시하였고, 결과는 <표4-3>에 제시되었다.

ISO에서 제시된 체절길이 항목의 허용평균오차는 5mm인데, 모든 항목의 측정 차이값이 허용평균오차를 초과하였고, 항목들의 측정치 차이 평균값은 11.55mm로 피험자의 평균 70.60%이 초과한 것으로 나타났다.

신체길이 항목의 ISO 허용평균오차는 4mm인데, 키의 측정치 차이값만 6.54mm로 초과하였으며, 56.73%의 피험자가 이에 해당한다. 나머지 허리높이, 겨드랑 높이, 가쪽복사높이는 허용평균오차기준내에 포함되었다.

큰부위둘레 항목의 ISO 허용평균 오차는 9mm로, 모든 항목의 측정 차이값이 허용평균오차를 초과하였고, 항목들의 측정치 차이 평균값은 23.16mm로 피험자의 74.10%가 기준을 초과한 것으로 나타났다. 그리고 큰부위둘레항목의 경우 직접측정치의 평균보다 자동측정치의 평균이 모두 높게 나와, 3차원 자동측정치에서는 큰 부위 둘레항목들이 직접측정치보다 더 크게 추출되는 경향이 있음을 알 수 있다.

작은부위 둘레 항목의 ISO 허용평균오차는 4mm로, 모든 항목의 측정차이값이 허용평균오차를 초과하였고, 항목들의 측정치 차이 평균값은 11.55mm로 피험자의 71.45%가 기준을 초과한 것으로 나타났다.

머리치수를 포함한 머리부위 항목의 ISO 허용평균오차는 1mm로, 모든 항목의 측정차이값이 허용평균오차를 초과하였고, 항목들의 차이값은 13.24mm로 피험자의 평균 95.49%가 기준을 초과 한것으로 나타났다.

머리치수를 제외한 머리부위 항목의 ISO 허용평균오차는 2mm인데, 귀구슬사

이너비의 측정치 차이 평균값이 11.71mm로 99.77%의 피험자가 기준을 초과한 것으로 나타났다.

위의 결과들을 통해, 33개 측정항목중 30개가 ISO20685 허용평균오차 기준을 초과하며 이는 피험자 전체의 71.92%에 해당하므로 고령 여성에 대해 자동측정프로그램의 수정이 요구됨을 알 수 있다.

표 4-3. 고령 여성 대상 직접·자동측정 차이와 ISO20685 허용평균오차 기준 비교

(단위:mm)

측정 항목	N	직접측정		자동측정		측정치 차이 (절대값)		측정형태별 허용평균오차	오차 비율
		평균	표준편차	평균	표준편차	평균	표준편차		
목옆뒤허리둘레선길이	445	418.40	22.34	417.40	21.57	6.61	5.66	5 (체절길이)	50.11
목뒤어깨가쪽길이	446	182.09	11.70	179.82	11.92	7.65	5.99		60.76
팔길이	446	526.66	21.66	511.80	23.29	15.67	9.81		84.30
겨드랑뒤접힘사이길이	446	348.30	26.90	341.43	22.26	13.94	10.32		77.58
겨드랑앞접힘사이길이	446	320.81	24.19	335.03	24.73	16.50	11.91		80.49
목옆젖꼭지길이	444	281.48	18.80	289.51	21.27	10.92	7.68		72.97
목옆젖꼭지허리둘레선길이	444	392.95	26.13	395.78	27.26	9.53	8.20		68.02
키	446	1491.71	52.87	1492.75	54.31	6.54	7.09	4 (신체길이)	56.73
허리높이	446	907.47	38.43	907.52	38.62	0.73	2.59		2.24
겨드랑높이	446	1081.94	45.87	1081.62	45.87	0.79	3.00		1.35
가쪽복사높이	446	60.73	5.25	60.63	5.07	0.65	1.11		2.91
가슴둘레	446	898.55	57.89	928.36	63.99	30.53	18.46	9 (큰부위둘레)	89.46
젖가슴둘레	446	947.73	75.07	952.71	75.72	12.91	11.36		56.28
젖가슴아래둘레	446	838.61	64.83	860.43	77.18	25.77	23.24		71.97
허리둘레	446	888.62	85.60	908.45	82.65	20.94	15.94		78.48
배꼽수준허리둘레	446	912.48	84.18	936.06	87.97	27.50	22.94		75.78
엉덩이둘레	446	917.67	58.23	938.59	64.35	21.32	18.99		72.65

표. 4-3. 고령 여성 대상 직접·자동측정 차이와 ISO20685 허용평균오차 기준 비교 (계속)

(단위: mm)

측정 항목	N	직접측정		자동측정		측정치 차이 (절대값)		측정형태별 허용평균오차	오차 비율
		평균	표준편차	평균	표준편차	평균	표준편차		
목둘레	446	348.38	19.22	347.98	24.18	10.09	8.70	4 (작은부위 둘레)	72.20
무릎둘레	446	351.00	24.97	355.98	27.27	6.30	5.72		58.52
장딴지둘레	446	325.13	25.08	329.08	26.28	5.66	4.98		52.47
종아리최소둘레	446	205.11	14.32	208.00	16.23	4.24	3.25		43.72
발목최대둘레	446	237.31	12.86	258.76	16.40	21.56	9.07		99.55
넓다리둘레	446	520.40	40.89	511.66	44.28	15.06	13.90		82.29
편위팔둘레	446	295.07	26.28	322.25	31.56	27.66	19.86		93.95
편팔꿈치둘레	446	237.92	16.87	243.93	17.29	6.89	4.19		73.54
손목둘레	446	159.87	8.24	166.06	10.90	6.49	4.34		66.82
귀구슬사이머리위길이	440	372.63	13.24	358.06	14.55	14.82	8.49	1 (머리마라포함머리치수)	98.41
목옆머리마루목옆길이	440	596.57	20.49	572.15	22.13	24.47	12.53		97.95
머리둘레	440	543.74	14.31	555.24	15.18	11.86	6.93		96.14
머리너비	440	150.87	5.26	161.90	6.25	11.07	4.11		99.32
머리두께	440	177.65	6.28	186.48	6.42	9.00	4.34		96.82
머리수직길이	440	223.01	9.58	227.18	8.61	8.23	6.44		84.32
귀구슬사이너비	440	136.24	5.06	147.56	5.13	11.71	6.48	2 (머리카락제외머리치수)	99.77

4.2. 고령 여성 측면 체형 분류

측면체형에 따른 직접측정치와 자동측정치의 차이가 유의하게 나타나는 항목들이 있을 것이라고 예상하여 이를 분석하기 위해 먼저 고령 여성 측면 체형 분류가 이루어졌다. <표 3-2>에서 제시된 측면체형 기준 항목을 사용하여 측면체형을 추출하였다. 측면자세 형태에 따라 ‘바른체형’, ‘흰체형’, ‘젓힌체형’, ‘숙인체형’의 4가지 유형이 분류되었고, 고령 여성 체형의 주요 특징으로 ‘무릎굽은체형’도 추가적으로 분류되었으나<그림 4-1>, 이는 다른 체형과 중복하여 나타났다. 기존 선행연구(이정임 외, 2009)에서 제시된 ‘측면비만체형’은 자세 형태로 판단하기에 어려움이 있어 측면체형분류에서 제외되었고, 비만지수인 BMI에 의한 분석으로 대신하였다. 다음은 각 체형별 사용된 계산항목 기준에 대한 설명이다<표 4-4>.

흰 체형은 측면 체형 기준 항목 중 ‘등돌출점뒤두께+무릎앞두께’가 바른체형보다 큰 경우, ‘엉덩이뒤두께+무릎앞두께’가 바른체형보다 큰 경우, ‘등돌출점뒤두께-목뒤점뒤두께’가 바른체형보다 큰 경우, ‘무릎각2’가 정상체형보다 작은 경우에 나타났다. 이 체형은 등이 굽은 특징을 많이 가지고 있었고, 피험자 252명 중 24명(9.52%)이 이에 해당되었다.

젓힌 체형은 측면 체형 기준 항목 중 ‘등돌출점뒤두께+무릎앞두께’가 바른체형보다 큰 경우, ‘엉덩이뒤두께+무릎앞두께’가 바른체형보다 큰 경우, ‘무릎각1’ 또는 ‘무릎각2’가 바른체형보다 작은 경우에 나타났다. 이 체형은 어깨가 뒤로 젖혀진 특징을 주로 갖고 있었고, 피험자 252명 중 15명(5.95%)이

이에 해당되었다.

숙인 체형은 측면 체형 기준 항목 중 ‘등돌출점뒤두께+무릎앞두께’가 바른 체형보다 작은 경우, ‘등돌출점뒤두께=목뒤점뒤두께’가 바른체형보다 큰 경우, ‘목뒤점뒤두께+무릎앞두께’가 바른체형보다 작은 경우에 나타났다. 이 체형은 상반신이 앞으로 나와 있는 특징을 갖고 있었고, 피험자 252명 중 40명(15.87%)이 이에 해당되었다.

바른 체형은 측면 체형 기준 항목에서 모든 두께합, 두께차, 무릎각이 모두 $(m-\sigma) \leq x < (m+\sigma)$ (m :평균, σ :표준편차)의 범위에 포함되는 경우에 나타났다. 이 체형은 고령 여성의 체형 특징인 무릎과 등이 굽거나 척추가 휘는 정도가 비교적 심하지 않았고, 피험자 252명 중 173명(68.65%)이 이에 해당되었다.

무릎굽은체형은 정상체형보다 ‘등돌출점뒤두께+무릎앞두께’가 큰 경우, ‘엉덩이뒤두께+무릎앞두께’가 큰 경우, ‘목뒤점뒤두께+무릎앞두께’가 큰 경우, ‘무릎각1’ 또는 ‘무릎각2’가 작은 경우에 나타났다. 이 체형은 다른 체형과 중복되어 나타났다. 흰 체형의 경우 24명(100%), 젖힌체형의 경우 9명(60%)이 무릎굽은 체형에 해당되었고, 숙인 체형과 바른체형은 해당되지 않았다. 이러한 무릎굽은 체형은 다리부위의 직접측정치와 자동측정치 차이에 영향을 미칠 것이라고 예상되었다.

이와 같이 본 연구에서 분류된 5가지 체형 유형의 조건 및 체형 특징을 살펴보았다. 이렇게 분류된 고령 여성의 5가지 측면체형에 따른 직접측정치와 자동측정치 차이를 비교하여, 측면 체형에 따른 측정치 차이가 어떻게 나타나는지 살펴볼 것이다.

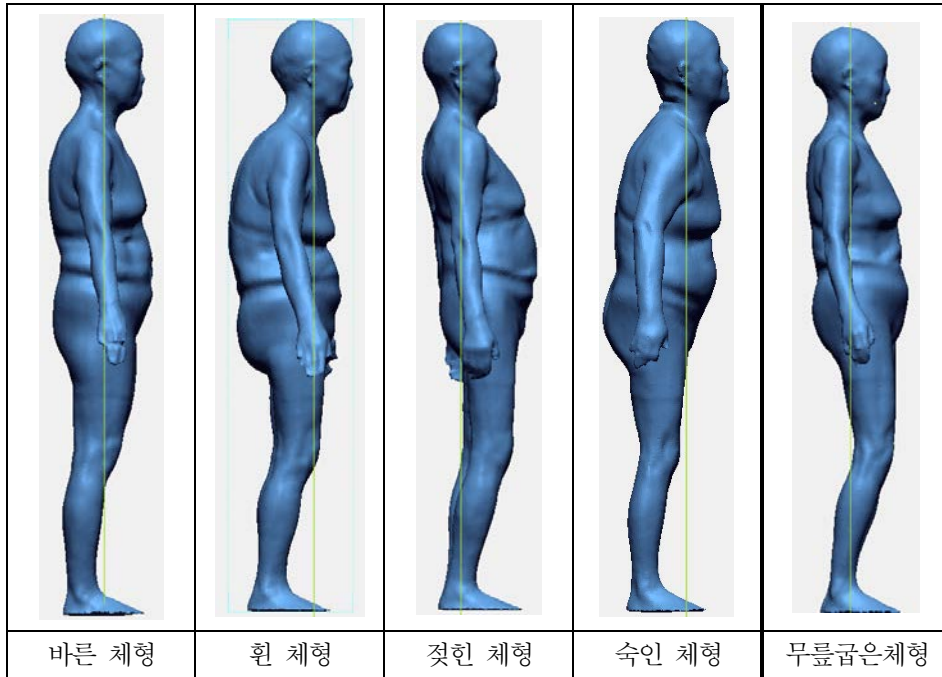


그림 4-1. 분류된 고령 여성 측면 체형 유형

표 4-4. 측면 체형 유형과 측면 체형 기준항목

측면 체형 유형	측면 체형 기준 항목
바른체형 (n=173)	모든 두께합, 두께차, 무릎각이 $(m - \sigma) \leq x < (m + \sigma)$ 의 범위에 들어가는 경우 (m: 평균, σ : 표준편차)
흰 체형 (n=24)	정상체형보다 ‘등돌출점뒤두께+무릎앞두께’가 큰 경우
	‘엉덩이뒤두께+무릎앞두께’가 큰 경우
	‘등돌출점뒤두께-목뒤점뒤두께’가 큰 경우
	‘무릎각2’이 작은 경우
젖힌 체형 (n=15)	정상체형보다 ‘등돌출점뒤두께+무릎앞두께’가 큰 경우
	‘엉덩이뒤두께+무릎앞두께’가 큰 경우
	‘무릎각1’ 또는 ‘무릎각2’가 작은 경우
	‘목뒤점뒤두께+무릎앞두께’가 작은 경우
숙인 체형 (n=40)	정상체형보다 ‘등돌출점뒤두께+무릎앞두께’가 작은 경우
	‘등돌출점뒤두께-목뒤점뒤두께’가 큰 경우
	‘목뒤점뒤두께+무릎앞두께’가 작은 경우
	‘무릎각1’ 또는 ‘무릎각2’가 작은 경우
무릎 굽은 체형 (n=90)	정상체형보다 ‘등돌출점뒤두께+무릎앞두께’가 큰 경우
	‘엉덩이뒤두께+무릎앞두께’가 큰 경우
	‘목뒤점뒤두께+무릎앞두께’가 큰 경우
	‘무릎각1’ 또는 ‘무릎각2’가 작은 경우

4.3. 직접측정치와 자동측정치 차이에 대한 분석

4.3.1. 항목간 측정치 차이 분석

고령 여성의 오차에 있어 측정 항목에 따라 오차가 서로 영향을 미치는지 파악하기 위해 측정 항목의 오차간 상관관계분석을 실시하였다. 예를 들어 젖가슴둘레의 측정치 오차가 큰 경우, 젖가슴아래둘레 측정치 오차도 커지는지 살펴보고자 하였다.

분석 결과, ‘키-젖가슴아래둘레’는 피어슨 상관관계수 .422로, ‘머리둘레-귀구슬사이너비’는 상관관계수 .473으로 비교적 높은 상관관계($p < .001$)를 나타냈으나, 이를 제외한 나머지 항목들은 상관관계가 나타나지 않았고, ‘키와 젖가슴아래둘레’는 높이와 둘레, ‘머리둘레와 귀구슬사이너비’는 둘레와 너비로, 상관 관계가 나타난 두가지 경우 모두 측정형태에 있어 관련성이 없다. 이는 측정치 차이에 있어 항목간에 영향력이 크지 않다는 것을 말해 준다.

그러므로 3차원 자동 측정프로그램에서 측정 항목별로 설정된 객관적 기준 및 피측정자의 측정자세가 오차에 영향을 미치는 것으로 사료된다.

4.3.2. 집단 분류에 따른 측정치 차이 비교

4.3.2.1. 연령 집단에 따른 측정치 차이 비교분석

고령 여성 연령집단에 따른 직접·자동측정치 차이 분석을 위해 일원분산분석을 실시하였으며, 그 결과는 <표4-5>에 제시되어있다.

표 4-5. 연령집단에 따른 측정치 차이 평균 비교분석

(단위:mm)

요인/항목	집단1: 70~74 (n=153)		집단2: 75~79 (n=141)		집단1: 80~85 (n=150)		F
	평균	표준편차	평균	표준편차	평균	표준편차	
키	5.54	5.16	5.96	5.04	8.11	9.73	5.79**
	a		a		b		
젓가슴둘레	20.04	16.79	25.53	24.79	31.79	25.86	10.13***
	a		a		b		
편팔꿈치둘레	7.21	3.82	7.59	4.36	5.92	4.23	6.66**
	b		b		a		
목뒤어깨가쪽길이	7.08	5.32	6.93	5.48	8.91	6.86	5.17**
	a		a		b		
목옆머리마루목옆 길이	21.89	10.38	24.77	11.28	26.75	14.95	5.85**
	a		b		b		
머리두께	6.81	5.56	7.36	5.64	10.43	7.35	14.54***
	a		a		b		

p<.01, *p<.001, Scheffe test results a<b<c

분석 결과, 연령 집단에 따라 키와 젓가슴둘레, 편팔꿈치둘레, 목뒤어깨가쪽길이, 목옆머리마루목옆길이, 머리두께의 측정치 차이값의 평균 간 차이가 통계적으로 유의미하다는 사실을 알 수 있다. 구체적으로 집단 간 차이를 살펴보면, 편팔꿈치둘레의 경우에는 집단1과 집단2보다 집단3의 측정치차이평균값이 작게 나타나, 편팔꿈치둘레는 연령이 증가할수록 측정치 차이가 작아지는 것을 알 수 있다. 그러나 그 외 키와 목뒤어깨가쪽길이, 머리두께, 목옆머리마루목옆길이의 경우 집단 간 차이를 살펴보면, 집단1과 집단2보다 집단3의 측정치차이평균값이 크게 나타나, 연령이 증가할수록 측정치 차이가 더 커지는 것을 알 수 있다. 이를 통해 연령이 증가함에 따라 위 항목들에 대해 대체로 평균오차가 커지고, 이는 연령이 증가할수록 상반신 굴신과 무릎굽음 등의 체형변형이 일어나 오차가 더 크게 발생하는 것으로 보인다.

4.3.2.2. 측면체형유형에 따른 측정치 차이 비교 분석

측면형태의 자세에 의해 직접·자동측정치 차이가 어떻게 나타나는지 파악하고자 ‘흰 체형’, ‘젓힌 체형’, ‘숙인체형’, ‘바른 체형’의 4가지 유형을 가지고 일원분산분석이 실시 되었다. ‘무릎굽은체형’의 경우 체형들간 중복되어 나타나므로 분석에서 제외되었다. 그 결과는 <표 4-6>에 제시되어있다.

표 4-6. 측면체형유형에 따른 측정치차이평균 비교분석

(단위:mm)

요인/항목	흰체형 (n=24)		젓힌체형 (n=15)		숙인체형 (n=40)		바른체형 (n=173)		F
	평균	표준편차	평균	표준편차	평균	표준편차	평균	표준편차	
허리높이	0.43	0.32	1.11	1.70	0.41	0.28	0.48	0.45	6.36***
	a		b		a		a		
젓가슴둘레	9.26	9.34	21.79	17.20	10.25	8.83	11.82	8.54	6.64***
	a		b		a		a		
장딴지둘레	8.45	6.40	5.02	3.77	3.92	3.58	5.12	4.04	5.96**
	b		a		a		a		
넙다리둘레	18.52	9.63	27.53	44.93	14.67	12	13.15	10.15	4.98**
	a		b		a		a		

p<.01, *p<.001, Scheffe test results a<b<c

분석 결과, 측면체형 유형에 따라 허리높이, 젓가슴둘레, 장딴지둘레, 넙다리둘레의 측정치차이평균값이 집단간 유의미하게 차이난다는 사실을 알 수 있다. 구체적으로 유형별로 살펴보면, 젓힌체형의 경우, 허리높이, 젓가슴둘레, 넙다리둘레가 다른 체형에 비해 측정치차이평균값이 크게 나타나, 젓힌 체형은 허리높이, 젓가슴둘레, 넙다리둘레에서 측정치 차이가 더 크게 발생하는 것을 알 수 있다. 흰 체형의 경우, 장딴지둘레가 다른 체형에 비해 측정치차이평균값이 크게 나타나, 흰 체형은 장딴지둘레에서 측정치 차이가 더 크게 발생하는 것을 알 수 있다. 숙인체형과 바른체형의 경우 위 항목들에 대해 다른체형에 비해 대체로 측정치차이평균값이 낮은편이었다.

이처럼 측면체형 유형에 따라 측정치 차이가 유의하게 차이나는 항목들을 확인

하였는데, 더 나아가 측면체형별 유의한 차이를 보인 항목들의 측정치차이평균값과 ISO 20685에서 제시하는 허용평균오차를 비교하였고, 그 결과는 <표 4-7>에 제시되어 있다.

표 4-7. 측면체형별 유의한 항목의 측정치차이평균값과 ISO 20685 허용평균오차 비교

(단위:mm)

	흰 체형		젓힌 체형		숙인 체형		바른 체형	
높이 (허용평균 오차 4)	허리높이	0.43	허리높이	1.11	허리높이	0.41	허리높이	0.47
큰부위 둘레 (허용평균 오차 9)	젓가슴둘레	9.26	젓가슴둘레	21.79	젓가슴둘레 -	10.25	젓가슴둘레	11.82
작은부위 둘레 (허용평균 오차 4)	넙다리둘레	18.52	넙다리둘레	27.53	넙다리둘레	14.67	넙다리둘레	13.15
	장딴지둘레	8.45	장딴지둘레	5.02	장딴지둘레	3.92	장딴지둘레	5.12

분석 결과, 흰 체형의 경우 작은 부위 둘레인 넙다리둘레(18.52), 장딴지 둘레(8.45)가 ISO 20685의 허용평균오차의 기준을 초과하였고 큰 부위둘레인 젓가슴둘레(9.26)는 기준과 근접하였다.

젓힌 체형의 경우에는 큰 부위 둘레인 젓가슴둘레(21.79)와 작은 부위 둘레인 넙다리둘레(27.53)가 ISO 20685의 기준을 초과하였고, 장딴지둘레(5.02)는 기준과 근접하였다. 숙인체형의 경우에는 작은 부위 둘레인 넙다리둘레 측정치 차이평균값(14.67)이 ISO 20685의 기준을 초과하였고, 큰 부위 둘레인 젓가슴둘레(10.25)는 기준과 근접하였다. 바른 체형의 경우에는 큰 부위둘레인 젓가슴둘레(11.82)와 작은부위둘레인 넙다리둘레(13.15)가 ISO 20685의 기준을 초과하였고, 장딴지둘레(5.12)는 기준과 근접하였다.

높이항목인 허리높이는 모두 ISO 기준보다 낮았으나 젓힌 체형(1.11)이 가장 측정치 차이가 크게 나타났다.

요약하자면, 네 체형 모두 공통적으로 측정치차이평균값이 높은 넓다리둘레를 제외하고, 흰 체형은 장판지 둘레, 젓힌 체형은 젓가슴둘레가 각각 다른 체형에 비해 ISO 기준을 비교적 크게 초과하였고, 바른체형과 숙인 체형의 측정치차이 평균값은 ISO 기준에 거의 근접한 것을 알 수 있었다.

위의 결과들을 통해 측면 체형별로 특히 측정치 차이를 유의해야하는 항목들을 확인할 수 있었고, 이는 측면 체형 유형에 따라 부위별 측정 알고리즘이 수정되어야 함을 보여 준다.

4.3.2.3. BMI집단에 따른 측정치 차이 비교분석

BMI집단에 따른 직접·자동 측정치 차이를 살펴보기 위해 일원분산분석을 실시하였으며, 그 결과는 <표 4-8>에 제시되어있다.

표 4-8. 고령 여성 BMI 집단별 측정치차이평균 비교분석

(단위:mm)

요인/항목	정상체중 (n=96)		과체중 (n=88)		비만 (n=181)		F
	평균	표준편차	평균	표준편차	평균	표준편차	
목둘레	23.57	14.76	31.16	17.17	34.40	18.82	12.13***
	a		b		b		
젖가슴둘레	15.73	15.06	22.66	23.10	30.45	23.74	15.05***
	a		a		b		
허리둘레	22.07	19.43	22.20	20.78	31.78	24.10	8.65***
	a		a		b		
배꼽수준허리둘레	13.28	9.64	15.10	11.68	27.63	20.67	31***
	a		a		b		
넙다리둘레	4.13	2.91	5.96	6.44	6.92	5.21	9.50***
	a		b		b		
무릎둘레	4.34	4.18	4.82	4.38	6.28	5.09	6.28**
	a		a		b		
종아리최소둘레	20.02	8.06	19.77	7.90	22.88	9.58	5.23**
	a		a		b		
편팔꿈치둘레	5.78	3.32	7.41	4.72	7.58	4.18	6.47**
	a		b		b		
손목둘레	4.68	3.31	5.77	3.94	7.45	4.38	15.97***
	a		a		b		
목옆젖꼭지길이	8.61	6.98	9.80	6.45	11.67	7.54	6.15**
	a		a		b		
머리둘레	9.85	6.64	11.00	5.90	12.80	6.35	7.22**
	a		a		b		
귀구슬사이너비	7.59	4.18	8.47	3.85	9.89	4.42	9.86***
	a		a		b		

p<.01, *p<.001, Scheffe test results a<b<c

분석결과, 집단에 따라 측정치차이평균값이 통계적으로 유의미한 차이를 보인 항목은 목둘레, 젖가슴둘레, 허리둘레, 배꼽수준허리둘레, 넓다리둘레, 무릎둘레, 종아리최소둘레, 편팔꿈치둘레, 손목둘레, 목옆젖꼭지길이, 머리둘레, 귀구슬사이너비였다.

목둘레, 넓다리둘레, 편팔꿈치둘레의 경우 정상체중보다 과체중과 비만의 측정치차이평균값이 유의하게 크게 나타났고, 젖가슴둘레, 허리둘레, 배꼽수준허리둘레, 무릎둘레, 종아리최소둘레, 손목둘레, 목옆젖꼭지길이, 머리둘레, 귀구슬사이너비의 경우 정상체중과 과체중보다 비만에서 측정치차이평균값이 유의미하게 크게 나타났다.

이를 통해, BMI는 둘레항목의 측정치 차이에 영향을 미친다는 것을 알 수 있고, BMI가 높을수록 이러한 항목들의 측정치차이평균값이 높아지는 것을 알 수 있었다. 그러므로 고령 여성의 자동측정프로그램에서 비만 체형의 특성에 있어 특히 둘레항목에 대한 알고리즘 수정에 필수적으로 고려되어야 할 것이라고 사료된다.

그리고 BMI가 측면체형에 영향을 미치는지 살펴보기 위해 측면체형별로 BMI의 분포도를 살펴보고, 이는 <표 4-9>에서 결과가 제시되어있다. 분석 결과, 흰 체형의 경우, 비만1에 해당되는 피험자가 11명(47.8%)으로 가장 많았으며, 정상체중과 과체중은 각각 6명(26.1%)으로 나타났다. 저체중과 비만2는 0명(0%)로 해당되는 피험자가 없었다.

젖힌 체형의 경우, 비만1에 해당하는 피험자가 6명(42.9%)으로 가장 많았으며, 정상체중은 3명(21.4%), 과체중은 5명(35.7%)으로 나타났다. 저체중과 비만2는 0명(0%)로 해당되는 피험자가 없었다.

숙인 체형의 경우, 정상 체중에 해당하는 피험자가 16명(47.1%)으로 가장 많았으며, 저체중은 4명(11.8%), 과체중은 3명(8.8%), 비만1은 11명(32.4%)으

로 나타났다. 비만2는 0명(0%)로 해당되는 피험자가 없었다.

바른 체형의 경우 비만에 해당되는 피험자가 104명(46.9%)으로 가장 많았으며, 정상체중은 38명(23.5%), 과체중은 43명(26.5%), 비만2는 5명(3.1%)로 나타났다. 저체중은 0명(0%)로 해당되는 피험자가 없었다.

측면 유형에 따라 BMI에 유의미한 차이가 있는지의 여부를 살펴보기 위해 χ^2 검증을 실시한 결과, 통계적으로 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다($\chi^2(df=12)=37.42, p<.001$). 즉, 측면체형에 따라 해당되는 BMI집단이 서로 다르다는 사실을 알 수 있었다. 그러나 숙인 체형을 제외한 나머지 3개 체형에서 공통적으로 비만에 해당되는 피험자가 가장 많이 나타났으므로, 고령 여성의 경우 BMI가 측면 체형 특징을 반영하고 있다고 하기에는 어려움이 있다고 판단된다.

표 4-9. 고령 여성 측면 체형별 BMI 분포 분석 결과

BMI집단/	측면 체형 유형				전체 n (%)	χ^2
	흰 체형 n (%)	젖힌 체형 n (%)	숙인 체형 n (%)	바른 체형 n (%)		
저체중 (<18.5)	0 (0)	0 (0)	4 (11.8)	0 (0.0)	4 (1.7)	37.42***
정상체중 (18.5~22.9)	6 (26.1)	3 (21.4)	16 (47.1)	38 (23.5)	63 (27)	
과체중 (23~24.9)	6 (26.1)	5 (35.7)	3 (8.8)	43 (26.5)	57 (24.5)	
비만 (25~29.9)	11 (47.8)	6 (42.9)	11 (32.4)	76 (46.9)	104 (44.6)	
비만2 (30~39.9)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	5 (3.1)	5 (2.1)	

***p<.001

4.4. 항목별 측정치 차이 원인 분석

1) 체절길이 항목

본 연구 자동측정프로그램인 Auto BM에서 길이항목은 정면이나 측면에서 직선이 되도록하는 평면을 사용하여 측정된다. 이러한 길이 항목에서 각 부위별로 측면체형과 관련하여 자동 측정점 및 측정치수에 대한 직접측정치와 자동측정치 차이의 원인을 분석하였다.

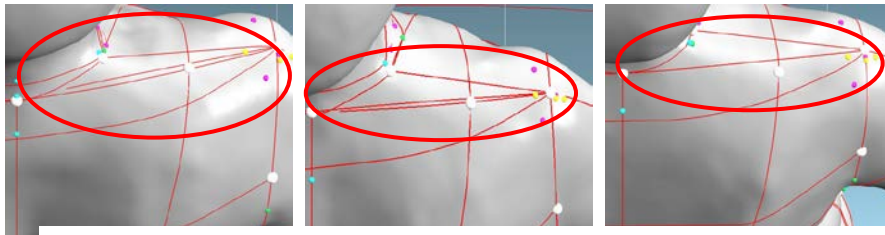
- 목옆뒤허리둘레선길이와 목뒤어깨가쪽길이

체절길이 항목에서 목옆뒤허리둘레선길이와 목뒤어깨가쪽길이의 경우 측면체형 집단에 따른 측정치 차이를 비교한 결과 목뒤어깨가쪽길이는 상반신굽은체형, 젖힌체형에서 측정치차이평균값이 다른 체형에 비해 더 크게 나타난 것을 알 수 있었는데, 두 체형 모두 상반신이 변형된 모습이므로, 이러한 특징이 이 항목의 측정치 차이에 영향을 미쳤을 것이라고 판단된다.

목뒤어깨가쪽길이는 직접측정시 목뒤점에서 어깨가쪽점까지 체표면 따라 측정하는 것이다. Auto BM에서 목뒤점은 목옆점과 목뒤각도를 이용하여 회귀식(목옆뒤선, 목뒤선 사이각도 = $90.598 + (\text{목뒤각도} \times 0.461)$)을 통해 설정되었고, 어깨가쪽점은 어깨돌출점과 팔어깨볼록점을 이용하여 설정되었다. (한현숙, 2007),

체형변화가 심하지 않은 청장년층을 대상으로 한 위 선행연구에서는 본 연구의 자동측정프로그램 알고리즘으로 분석하였을 때 큰 문제가 나타나지 않았었지만, 본 연구에서 분류된 흰 체형과 젖힌체형의 목뒤어깨가쪽길이를 바른체형과 SNU AutoBM에서 비교하여 살펴본 결과<그림 4-2>, 척추의 변화로 인해 상

반신이 굽거나 젖힌 정도가 심한 고령 여성일 경우에는 이러한 기존 알고리즘의 측정점 설정 및 치수측정방법이 적합하지 않았음을 알 수 있었고, 이로 인해 측정치 차이가 발생할 가능성이 높아진다고 판단된다.<표 4-10>



흰 체형

젖힌 체형

바른 체형

그림 4-2. 고령 여성의 흰체형과 젖힌체형, 바른체형의 목뒤어깨가쪽길이(빨간원부위) 측정사진

표 4-10. 측면체형별 목위어깨가쪽길이의 직접측정치와 자동측정치 차이 비교

(단위:mm)

	흰 체형 (n=24)	젖힌 체형 (n=15)	숙인체형 (n=40)	바른 체형 (n=173)
직접측정치 평균(표준편차)	180.79(11.14)	188.53(8.99)	184.33(12.91)	182.39(11.23)
자동측정치 평균(표준편차)	176.45(12.25)	183.99(9.51)	182.07(10.89)	180.25(11.42)
직접-자동 절대값 평균(표준편차)	9.03(5.50)	8.88(6.87)	6.96(5.49)	7.21(5.58)

- 팔길이

팔길이의 경우 측면체형에 의한 측정치 차이가 발생했다기보다 직접측정과 자동 측정 방법의 차이로 인해 측정치 차이가 발생한 것으로 사료된다. 팔길이는 직접측정시 어깨가쪽점에서 노뼈위점까지 전후, 손목안쪽점까지의 길이를 측정하는데, 본 연구프로그램에서는 팔 벌린 자세의 팔길이에서 팔을 내린 자세의 팔 길이를 유추하여 회귀식(팔길이 회귀식: 팔내린 팔길이 $\times 0.747 + 150.9\text{mm}$)을 이용하였는데, 회귀식 도출을 위해 사용된 데이터는 20대 이상 60대 이하 성인 1718명의 측정치였다(한현숙, 2007). 그러나 본 연구대상은 70세~85세 고령 여성 450명이었으므로 사용된 데이터의 차이로 측정프로그램의 회귀식이 유효하지 않았을 가능성이 있다. 이는 <그림 4-3>에서처럼 40대 여성을 대상으로 측정했을때와 달리, 고령 여성의 경우 팔길이가 체표면대로 측정되지 않은 것을 통해 알 수 있다. 이와 같이 본 연구프로그램의 팔길이에 대한 알고리즘이 고령 여성에게 적합하지 않아 측정치 차이가 발생하였다고 판단된다<표 4-11>

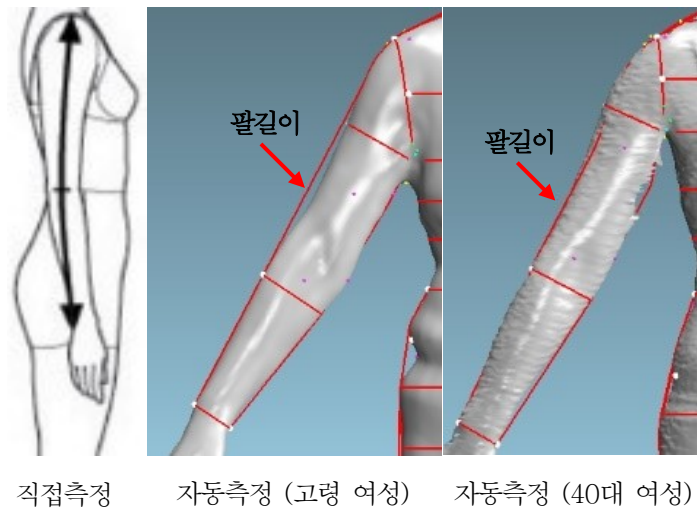


그림 4-3. 팔길이의 직접측정법과 자동측정법

표 4-11. 70~85세 고령여성과 20~60대 여성 팔길이의 직접측정치와 자동측정치 차이 비교

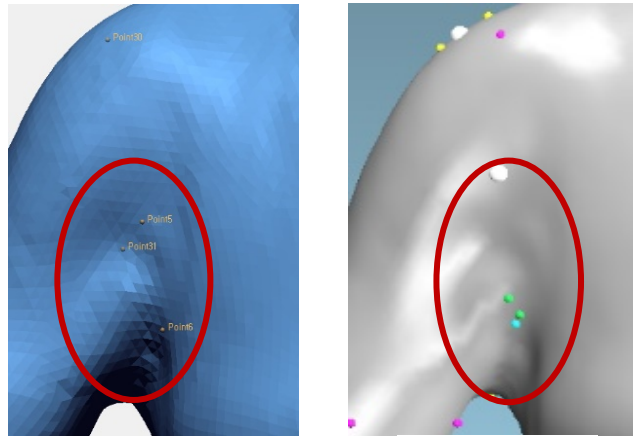
(단위:mm)

	직접측정치 평균	자동측정치 평균	직접-자동 평균(절대값)
고령 여성 (n=446)	526.56	511.80	14.76
20~60대 여성 (n=10)	525	528	3

*20~60대 여성 팔길이 치수 결과(한현숙, 2007)

- 겨드랑접힘사이길이(앞/뒤)

겨드랑접힘사이길이(앞/뒤)의 경우, 측면체형에 따라 측정치 차이 평균값이 유의한 차이가 나타나지 않았으므로, 체형 차이에 의해 측정치 차이가 발생했다고 보기 어렵다. 겨드랑접힘사이길이는 양쪽 겨드랑접힘점 사이길이를 측정하는 것인데, 겨드랑접힘점은 직접측정시 겨드랑이 접히는 부분에 설정하는데, Auto BM의 자동측정시에는 알고리즘을 파악할 수 없었다. 그러나 겨드랑부위의 점은 팔과 몸통이 만나는 곳 안쪽에 위치하기 때문에 <그림 4-4>에서처럼 스캔데이터에서 측정점 인식이 정확하지 않아 이로 인한 측정치 차이가 발생할 수 있을 것이라고 사료된다.<표 4-12>



Geomagic Design X 2014

SNU Auto BM

그림 4-4. 스캔데이터의 겨드랑 부위(빨간 원 부위)

표 4-12. 70~85세 고령여성과 20대 여성 마네킨 겨드랑앞접힘사이 길이의 직접측정치와
자동측정치 차이 비교

(단위:mm)

	직접측정치 평균	자동측정치 평균	직접-자동 평균(절대값)
고령 여성 (n=446)	320.81	335.03	14.22
20대 여성 마네킨	340	357	17

*20대 여성 마네킨 겨드랑앞접힘사이길이 치수 결과(한현숙, 2007)

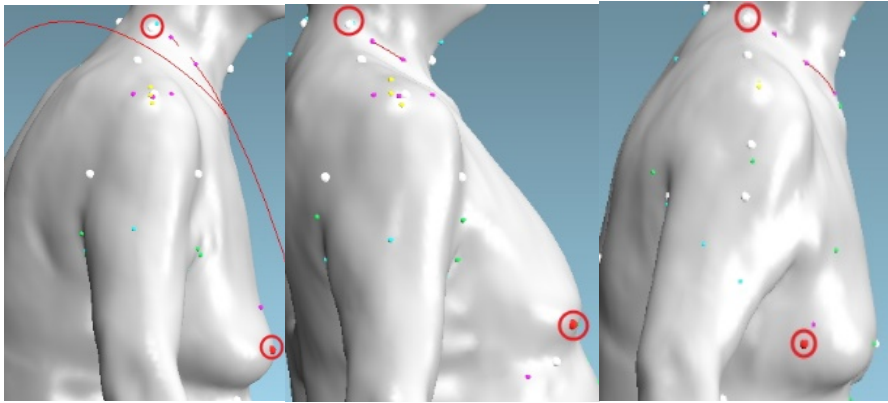
- 목옆젖꼭지허리둘레선

목옆젖꼭지허리둘레선의 경우 치수 측정 경로에 대해서 선행연구에서의 설명은 없었으나, 이 항목은 목옆점과 돌출된 젖꼭지점을 이용하여 길이를 재는것으로, 본 연구 프로그램에서는 40대 바른 체형 여성과 비교하였을 때, 고령 여성의 경우 젖꼭지점을 정확히 인식하지 못하는 것으로 보였다<그림 4-5>. 이는 자동측정프로그램의 젖꼭지점 설정 방식이 측면 실루엣에서 위에서 아래로 내려가면서 기울기가 +으로 변하는 점, 그리고 정면에서는 젖가슴 너비에 대한 젖꼭지점 좌우 위치 비율의 통계적인 평균위치에 오도록 계산식[젖꼭지점 높이에서의 좌우 중심±(젖가슴 너비*0.26)]을 사용하여 설정되어 있는데, <표 4-13>에서 처럼 각 측면 체형별로 직접 측정치와 자동측정치의 차이가 있는 것을 알 수 있듯이, 대체로 가슴이 많이 쳐지고, 상반신 자세 및 형태의 변형이 많이 일어난 고령 여성의 경우, 변형이 적은 일반적인 체형 대상으로 한 기존 방식의 알고리즘이 적합하지 않아 측정치 차이가 발생한 것으로 판단된다.

표 4-13. 측면체형별 목옆젖꼭지허리둘레선 길이의 직접측정치와 자동측정치 비교

(단위:mm)

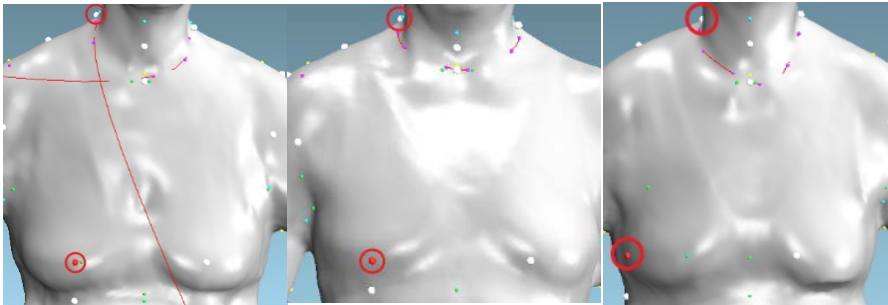
	흰 체형 (n=24)	젖힌 체형 (n=15)	숙인 체형 (n=40)	바른 체형 (n=173)
직접 측정치 평균(표준편차)	380.61(25)	392.67(16.36)	392.43(20.73)	394.60(22.43)
자동 측정치 평균(표준편차)	385.77(25.30)	394.73(25.10)	395.55(21.43)	397.65(22.44)
직접-자동 절대값 평균(표준편차)	9.45(8.59)	11.16(7.73)	9.22(7.02)	8.24(6.12)



흰 체형(측면)

젖힌 체형(측면)

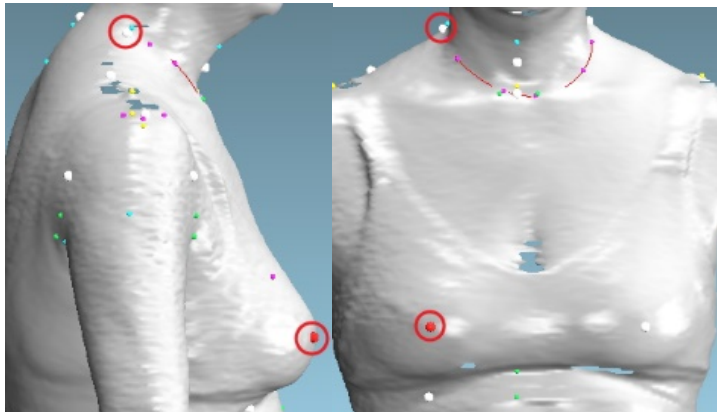
숙인 체형(측면)



흰 체형(정면)

젖힌 체형(정면)

숙인 체형(정면)



40대 바른 체형(측면)

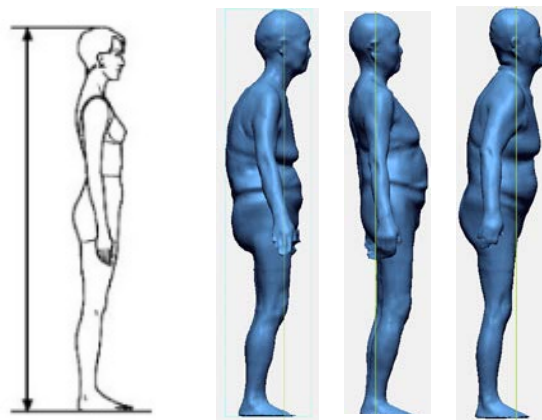
40대 바른 체형(정면)

그림 4-5. 40대 바른체형과 고령 여성 흰 체형, 젖힌체형, 숙인 체형의 목옆점
및 젖꼭지점(빨간 원 부위) 비교

2) 신체길이 항목

• 키

신체길이 항목에서 키만 ISO 20685의 허용평균오차 기준을 초과하였는데, 고령여성 측정치차이평균값(절대값)이 선행연구의 20대 여성 마네킹 대상 측정치 차이값보다 높았다<표 4-14>. 키를 직접 측정시에는 바닥면에서 머리마루점까지 수직이 되도록 피측정자가 바르게선자세를 하도록 주의하여 측정하는데, 자동측정시에는 보다 제한이 없는 자유로운 상태로 측정된다. 그러므로 변형된 자세의 체형인 경우 직접측정때와 달리 자동측정때에는 자연스럽게 자세유형에 따라 서서 측정하여 측정치 차이가 발생하는 것으로 사료된다<그림 4-6>



사이즈코리아 고령 여성
그림 4-6. 키의 직접측정법과 고령 여성의 측면 선 자세

표 4-14. 고령여성과 20대 여성 마네킹 키의 직접측정치와 자동측정치 차이 비교

(단위:mm)

	직접측정치 평균	자동측정치 평균	직접-자동 평균(절대값)
고령 여성 (n=446)	1491.71	1492.75	6.54
20대 여성 마네킹	1682	1684	2

*20대 여성 마네킹 키 측정 결과(한현숙, 2007)

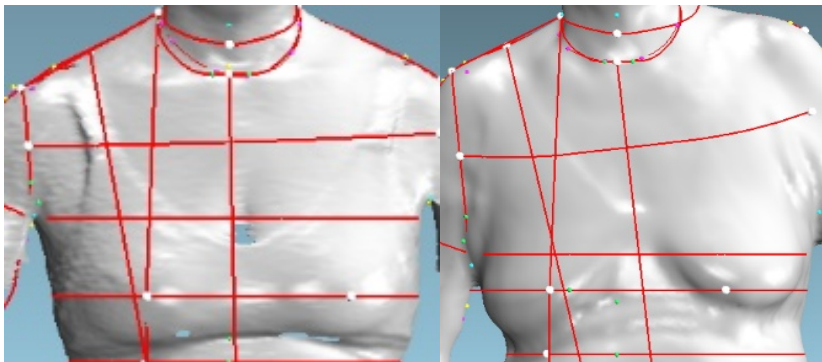
3) 큰 부위 둘레 항목

Auto BM에서 둘레항목은 둘레가 높아지는 평면을 만든 후, 평면과 인체가 교차하는 단면점을 얻는다. 그리고 단면점들을 직접측정법에 맞게 곡선화 시키는 방법으로 측정된다. 이러한 둘레 항목에서 각 부위별로 BMI나 측면체형과 관련하여 자동 측정점 및 측정치수에 대한 직접측정치와 자동측정치 차이원인을 분석하였다.

- 가슴둘레

가슴둘레의 경우 측면체형집단 따른 평균오차의 차이가 유의하지 않았으므로 이에 의한 측정치 차이가 발생했다고 보기 어렵다.

가슴둘레는 겨드랑점을 이용하여 수평으로 둘레를 측정하는 것인데, 겨드랑점은 팔 안쪽 데이터가 없어지는 겨드랑분기점을 사용하여 설정된다. 그러나 위에서 이미 언급하였듯이 겨드랑 부위는 스캔이 잘 되지 않으므로<그림 4-4>, 측정에 있어 한계가 있고 이로 인해 측정치 차이가 발생할 수 있다고 판단 된다.



40대 바른체형

고령 여성 비대칭 체형

그림 4-7. 가슴부위 둘레에 대한 바른체형과 고령 여성 비대칭체형

그리고 가슴둘레는 직접측정시 등쪽에서 ‘수평을 유지’하여 측정해야 하며, 자동 측정프로그램에서도 몸통부위의 둘레는 바닥면과 평행한 수평면 상에서 측정하도록 설정되어있는데, 고령 여성의 3차원 형상을 모두 살펴본 결과, 정면에서 좌우가 비대칭인 경우가 많았다<그림 4-7>. 그러므로 비대칭인 고령 여성의 경우, 수평으로 측정하는 자동측정프로그램에서는 제대로 측정이 되지 않아 측정치 차이가 발생할 수 있다고 사료된다<표 4-15>.

표 4-15. 고령여성과 20대 여성 마네킨 가슴둘레의 직접측정치와 자동측정치 차이 비교

(단위:mm)

	직접측정치 평균	자동측정치 평균	직접-자동 평균(절대값)
고령 여성 (n=446)	898.55	928.36	63.99
20대 여성 마네킨	896	892	4

*20대 여성 마네킨 가슴둘레 측정 결과(한현수, 2007)

- 젓가슴둘레

젓가슴둘레의 경우 측면체형에 따른 측정치차이평균값을 비교하였을때, 젓힌체 형이 제일 크게 나타났었다. 젓가슴둘레는 젓꼭지점을 기준으로 수평으로 둘레를 재는 것인데, 위에서 언급하였듯이 고령 여성은 다른 연령대보다 가슴이 처진 편이고, 가슴 부위 변형도 심해지므로<그림 4-7>, 기존의 측면 가슴 기울기 변화나 정면의 통계적인 위치를 분석하여 젓꼭지점을 설정한 측정알고리즘이 적합하지 않아 측정치 차이가 발생한 것으로 판단된다<표 4-16>

표 4-16. 측면체형별 젓가슴둘레의 직접측정치와 자동측정치 비교

(단위:mm)

	흰 체형 (n=24)	젓힌 체형 (n=15)	숙인 체형 (n=40)	바른 체형 (n=173)
직접측정치 평균(표준편차)	924.79(65.04)	949.13(53.75)	909.43(88.03)	945.06(57.74)
자동측정치 평균(표준편차)	922.51(65.79)	960.11(58.10)	910.12(87.42)	949.82(58.20)
직접-자동 절대값 평균(표준편차)	9.26(9.33)	21.79(17.20)	10.25(8.83)	11.82(8.54)

- 허리둘레와 배꼽수준허리둘레

다음으로 허리둘레와 배꼽수준허리둘레의 경우, 측면체형에 따라 측정치차이평균값이 유의한 차이를 보이지 않았으나, BMI집단간에는 차이가 유의하게 나타났다. 과체중일수록 측정치차이평균값이 커진 것을 알 수 있었다. 이는 과체중일 경우, 직접측정시 피부눌림이 더 생겨 측정치의 차이가 발생한 것으로 판단된다<표 4-17>. 이에 따라 본 연구의 허리둘레와 배꼽수준 허리둘레 직접측정치와 자동측정치를 비교해보니, 모두 직접측정치보다 자동측정치의 값이 더 높게 나왔다. 그러므로 BMI가 높을수록 피부눌림에 의한 측정치 차이가 커진다고 판단된다.

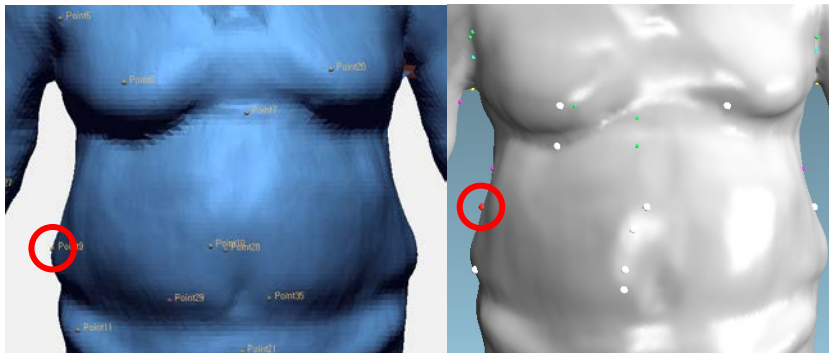
표 4-17. BMI에 따른 허리둘레, 배꼽수준허리 둘레의 직접측정치와 자동측정치 차이 비교

(단위:mm)

BMI	허리둘레			배꼽수준허리둘레		
	직접	자동	직접-자동 평균(절대값)	직접	자동	직접-자동 평균(절대값)
정상체중(96)	797.36	818.30	22.07	826.19	845.42	13.28
과체중(88)	869.32	887.50	22.20	885.45	905.65	15.10
비만(181)	934.27	950.81	31.78	955.86	982.79	27.63

또한, 허리둘레는 허리옆점을 사용하여 측정하는데, Auto BM에서는 허리 정면에서 오목한 점을 허리 옆점으로 하였고, 그렇지 않은 경우에는 (허리옆점-살높이)/(목뒤점-살높이)비율을 적용하는 통계적인 방법을 사용하였다. 선행연구(한현숙, 2007)에서는 여성 허리H형과 남성 모든 체형에서는 허리옆점의 직접 측정점과 자동측정점의 차이가 ISO 허용오차보다 컸다고 하는데, 고령 여성의 경우 대부분 H형 허리의 형태를 가지고 있었으므로 측정치 차이가 발생한 것으로 사료된다<그림 4-9>. 배꼽수준허리둘레는 배꼽점을 사용하여 측정하는데, Auto BM에서는 측면 실루엣 앞쪽에서 가장 앞으로 튀어나온 점을 배꼽점으로

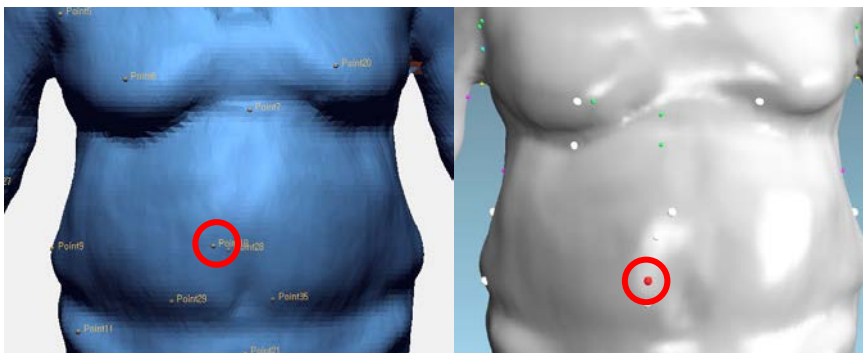
하되, 목뒤점-살높이거리에 대한 배돌출점-살높이비율의 통계치를 구하여 배돌출점이 평균치 위, 아래로 일정 범위내에 오도록 하였다. 그러나 고령 여성은 허리와 배부위 비대화가 다른 연령대에 비해 극대화되므로 기존 알고리즘이 적합하지 않아 측정치 차이가 발생한 것으로 판단된다<그림 4-10>.



직접측정시 랜드마크(측정점)

SNU AutoBM의 자동측정점

그림 4-9. 허리옆점 위치 비교



직접측정시 랜드마크(측정점)

SNU AutoBM의 자동측정점

그림 4-10. 배꼽점 위치 비교

- 엉덩이둘레

엉덩이둘레는 측면체형에 의한 측정치차이평균값이 유의한 차이를 나타내지 않았으므로, 측면 체형에 따른 오차가 발생했다고 판단하기 어렵다. 엉덩이 둘레는 엉덩이돌출점을 기준으로 측정하는 것인데, SNU AutoBM에서는 측면 실루엣의 가장 뒤쪽점으로 이를 설정하였고, 탐색범위는 (목뒤점-살높이)에 대한 (엉덩이돌출점-살높이) 비율의 평균 $\pm 3\sigma$ 로 설정하였다. 그런데 엉덩이가 쳐지거나 편평한 고령 여성의 경우 엉덩이 돌출점을 제대로 인식하지 못하였다<그림 4-7 4-11>. 그러므로 이러한 엉덩이부위의 특징을 가진 고령 여성에 대해서는 기존 알고리즘이 적합하지 않아 측정치 차이가 발생한 것으로 판단 된다<표 4-18>.

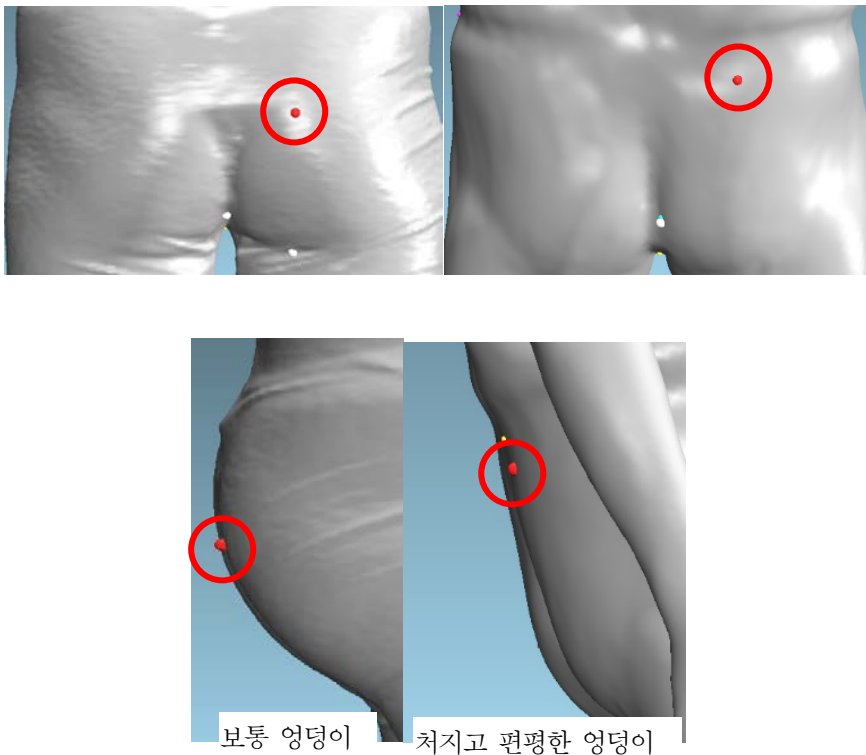


그림 4-7. 엉덩이돌출점(빨간 원 부위) 위치 비교

표 4-18. 고령여성과 20대 여성 마네킨 엉덩이둘레의 직접측정치와 자동측정치 차이 비교

(단위:mm)

	직접측정치 평균	자동측정치 평균	직접-자동 평균(절대값)
고령 여성 (n=446)	917.67	938.59	21.32
20대 여성 마네킨	957	957	0

*20대 여성 마네킨 엉덩이둘레 측정 결과(한현숙,2007)

4) 작은부위 둘레 항목

• 목둘레

목둘레는 측면체형에 따라 측정치차이평균값이 유의한 차이를 보이지 않았으나, BMI집단간 유의한 차이를 보여 BMI가 높아질수록 목둘레의 측정치 차이가 커짐을 알 수 있었다. 목둘레는 목뒤점과 방패연골아래점을 지나는 둘레치수인데<그림 4-12>, 특히 목뒤점과 방패연골아래점은 골격을 만져서 확인할 수 있는 부분이고, 3차원 형상에서 뚜렷하게 나타나지 않아 비만체형에서 더 찾기가 어렵다.

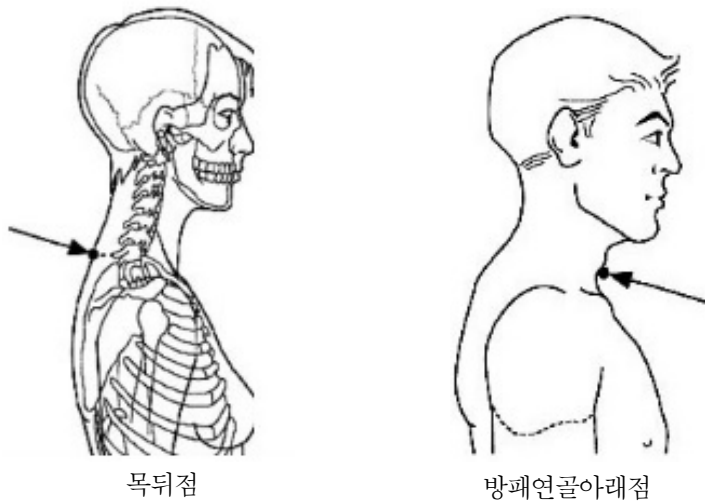


그림 4-8. 목뒤점과 방패연골아래점 위치(사이즈코리아)

본 연구의 프로그램에서는 목뒤점의 경우 위에서 언급하였듯이 <그림 4-2>에
서처럼 목옆뒤선과 목뒤선 사이 각도를 이용하여 회귀식을 도출하여 설정하였고,
방패연골아래점은 목앞점과 턱에서 목으로 꺾여지는 곳인 턱안꺾임점 사이의 거
리를 6:4로 나누는 높이에 위치하도록 설정되었다고 하였다(한현숙, 2007). 선
행연구에서는 이렇게 설정된 점들의 BMI집단에 따른 직접점과 자동점의 차이
검증이 이루어지지 않았는데, 척추의 변형으로 목이 앞으로 숙여지거나 BMI가
높은 고령 여성일 경우 목부위의 형태 변화로 인해<그림 4-13>, 기존 알고리
즘이 적합하지 않아 측정치 차이가 발생할 수 있을것으로 사료된다<표 4-19>



그림 4-9. 고령 여성의 정상체중과 비만의 목 부위

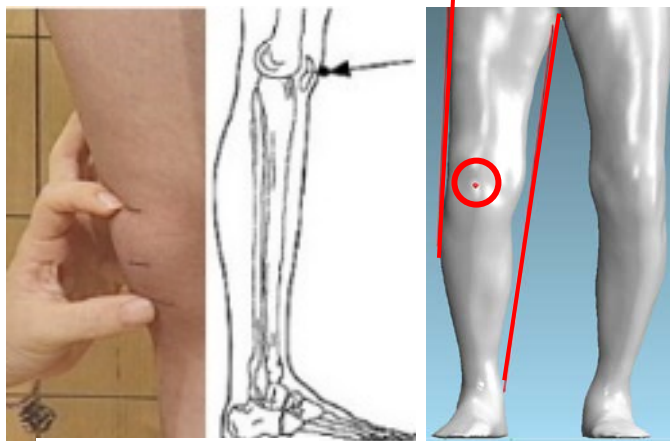
표 4-19. BMI에 따른 목둘레의 직접측정치와 자동측정치 차이 비교

(단위:mm)

BMI	목둘레		
	직접측정치 평균	자동측정치 평균	직접-자동 평균(절대값)
정상체중(96)	332.38	327.76	23.57
과체중(88)	345.23	343.46	31.16
비만(181)	356.19	356.98	34.40

- 무릎둘레

무릎둘레는 무릎뼈가운데점을 수평으로 지나는 둘레치수로, 직접측정시 무릎골의 가운데 점을 직접 만져서 찾아야하는데, 직접측정에서 뿐만 아니라 3차원 형상 측정에서도 뚜렷하게 찾기 어려운 부분이라 판단된다. 본 연구프로그램은 무릎관절 위아래로 다리 바깥라인과 안쪽라인에 형성되는 오목한 부분을 사용하여 무릎뼈가운데점으로 설정하고, 탐색범위는 (키높이*0.20~키높이*0.30)이었다. 선행연구에서는 직접과 자동 측정점의 높이를 비교한 결과, 높이 차이평균이 18.8mm가 나왔으나, 무릎관절 부위는 넓으므로 비교적 실제에 가까운 결과를 보였다고 말하고 있다(한현숙, 2001). 그러나 고령 여성의 경우 근육격계가 약화되고 피하지방의 침착이 더 심해져 피부가 처지고, 특히 주요 변형 특징으로 굽은 무릎이 나타나므로<그림 4-14>, 기존의 무릎뼈가운데점 설정 방식이 적합하지 않아 측정 오차가 더 크게 발생할 수 있다고 판단된다<표 4-20>.



직접측정점(사이즈코리아)

무릎굽은 고령 여성 자동측정점

그림 4-10. 직접측정과 자동측정의 무릎뼈가운데점의 위치비교

표 4-20. 고령여성과 20대 여성 마네킨의 무릎둘레의 직접측정치와 자동측정치 차이 비교

(단위:mm)

	직접측정치 평균	자동측정치 평균	직접-자동 평균(절대값)
고령 여성 (n=446)	351.00	355.98	6.30
20대 여성 마네킨	393	389	4

*20대 여성 마네킨 무릎둘레 측정 결과(한현숙, 2007)

• 넓다리둘레

넓다리둘레는 볼기고랑점을 지나도록 수평으로 둘레를 재는 것으로, 볼기고랑점은 볼기와 넓다리의 연결부분에서 아래 주름의 가장 아래쪽이라고 정의되어있다 (SizeKorea) <그림 4-15>. 자동측정프로그램에서는 엉덩이돌출점으로부터 허

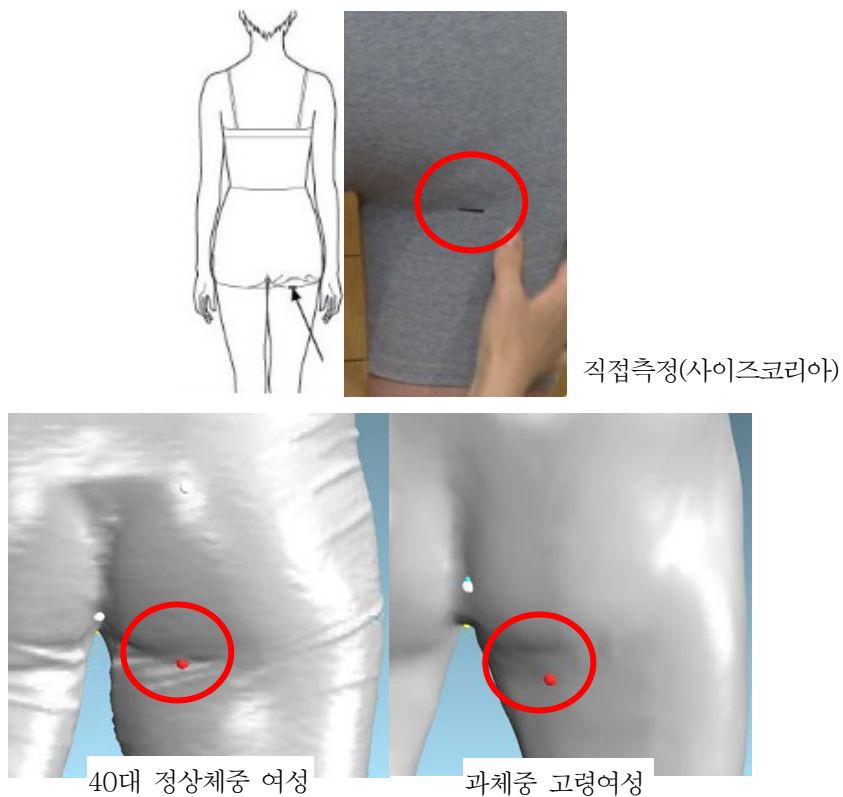


그림 4-11. 직접측정과 자동측정(SNU AutoBM)의 볼기고랑점 위치(빨간원부위)

벽지 뒤쪽점을 정한 후, 허벅지 뒤쪽점에서 엉덩이와 접하는 점을 이어 선분을 만들고 이 선분에서 수직거리가 가장 먼 점을 볼기고량점으로 설정하였다. 그러나 BMI가 높은 고령자일 경우 피하지방 침착으로 살이 처질 가능성이 높아 볼기와 넓다리의 경계가 불분명할 수 있으므로<그림 4-15>, 기존 방식이 적합하지 않아 측정치 차이가 더 크게 발생할 수 있다고 판단된다<표 4-21>.

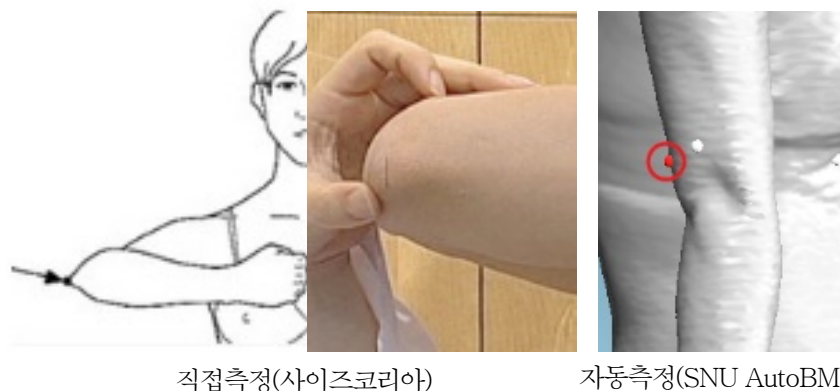
표 4-21. BMI에 따른 넓다리 둘레의 직접측정치와 자동측정치 차이 비교

(단위:mm)

BMI	넓다리 둘레		
	직접측정치 평균	자동측정치 평균	직접-자동 평균(절대값)
정상체중(96)	481.67	468.74	4.13
과체중(88)	512.40	502.21	5.96
비만(181)	538.61	530.97	6.92

- 편팔꿈치둘레

편팔꿈치둘레는 팔꿈치가운데점을 지나 둘레를 재도록 되어 있는데, 자동측정프로그램에서는 직접측정법과 달리 체형과 상관없이 팔꿈치가운데점을 다른 위치로 인식하였다<그림 4-16>. 그러므로 이는 고령자뿐만 아니라 알고리즘 설정



직접측정(사이즈코리아)

자동측정(SNU AutoBM)

그림 4-12. 팔꿈치가운데점 위치 비교

오류에 의한 측정치 차이가 발생한 것으로 사료된다<표 4-22>.

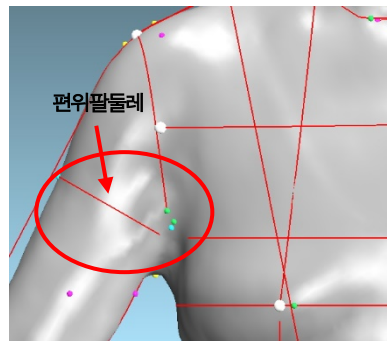
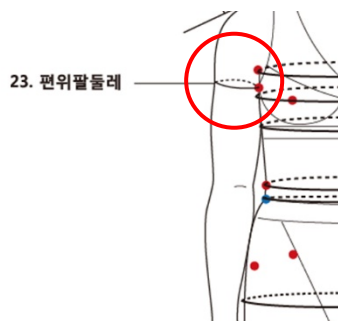
표 4-22. 고령여성과 20대 여성 마네킨의 편팔꿈치둘레 직접측정치와 자동측정치 비교

	직접측정치 평균	자동측정치 평균	(단위:mm) 직접-자동 평균(절대값)
고령 여성 (n=446)	237.92	243.93	6.89
20대 여성 마네킨	254	260	6

*20대 여성 마네킨 편팔꿈치둘레 측정 결과(한현숙, 2007)

- 편위팔둘레

그러나 편위팔둘레는 직접측정점과 자동측정점의 설정차이에 의해 오차가 발생된 것으로 사료된다. 편위팔둘레는 직접측정 및 자동측정시 겨드랑점 높이를 기준으로 측정하는데, 위에서 언급하였듯이 겨드랑부위는 팔과 몸통이 만나는 부분으로 스캔이 정확하지 않게 되므로<그림 4-17>, 이로 인해 측정치 차이가 발생할 수 있다<표 4-23>.



2014 고령자 3D인체형상측정조사사업

SNU AutoBM 고령여성

그림 4-13. 편위팔둘레(빨간 원 부위) 위치 비교

표 4-23. 고령여성과 20대 여성 마네킨의 편위팔둘레 직접측정치와 자동측정치 비교

(단위:mm)

	직접측정치 평균	자동측정치 평균	직접-자동 평균(절대값)
고령 여성 (n=446)	295.07	322.25	27.66
20대 여성 마네킨	308	308	0

- 발목최대둘레

발목최대둘레는 안쪽복사점과 가쪽복사점을 지나는 둘레를 재는 것이다. 측정프로그램에서 가쪽복사점의 위치는 정면 실루엣에서 종아리아래점 높이점과 통계적인 최하점($\mu-3\sigma$)으로 선분을 만들어 이 선분에서 가장 먼 점을 사용하여 설정하였고, 탐색범위의 위, 아래, 앞, 뒤 범위는 다른 측정점들과의 관계 및 평균값을 이용하여 설정하였다. 그러나 직접측정에서의 가쪽복사점 위치와 비교했을 때, 자동측정프로그램에서는 고령여성이 아닌 바른체형에서도 제대로 인식하지 못하는 것을 볼 수 있다<그림 4-18>. 이에 따라, 본 연구결과에서 직접측정치와 자동 측정치의 차이 평균이 21.56mm로 ISO20685기준(4mm)을 초과하였고, 이는 기존 알고리즘의 활용이 적합하지 않은 것으로 판단된다



그림 4-18. 직접측정과 자동측정(SNU AutoBM) 가쪽복사점(빨간 원 부위) 위치 비교

- 장딴지둘레

장딴지둘레의 경우, 선행연구에서 자동측정프로그램의 장딴지돌출점과 이를 이용한 둘레설정에 대한 설명이 없어 어떻게 설정되었는지 파악하기는 힘들으나, <그림 4-19>에서처럼 바른체형과 달리 고령 여성의 무릎굽은 체형의 경우 장딴지 돌출점 위치를 제대로 인식하지 못한 상태로 치수측정경로가 설정 된 것을 볼 수 있다. 이처럼 무릎 굽은 특징을 가진 고령 여성의 경우, 장딴지둘레에서의 측정치 차이가 더 크게 발생한 것으로 판단된다<표 4-24>.

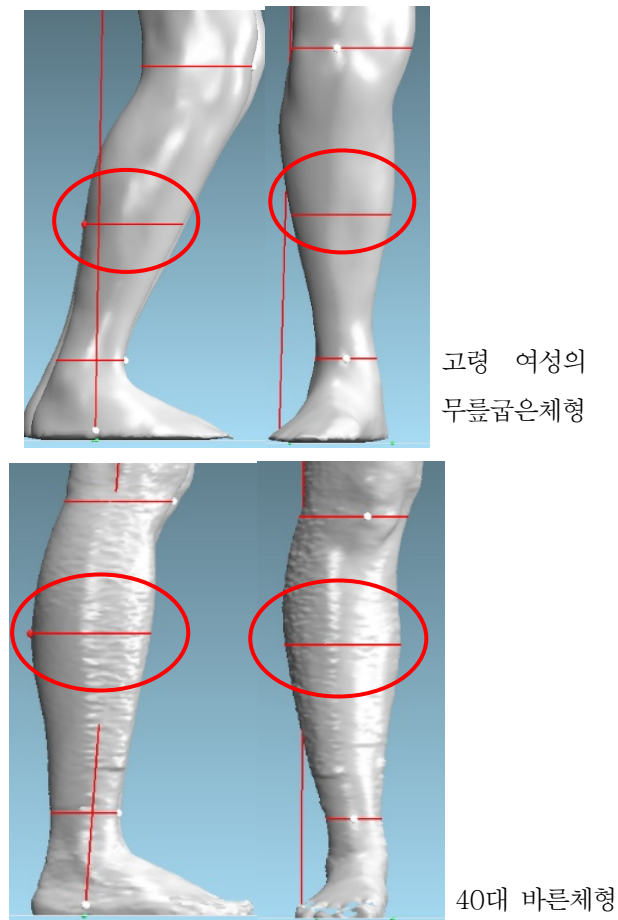


그림 4-19. 고령 여성 무릎굽은체형과 40대 바른체형의 장딴지둘레(빨간원부위) 측정위치

비교

표 4-24. 고령여성과 20대 여성 마네킨의 장판지 둘레의 직접측정치와 자동측정치 비교

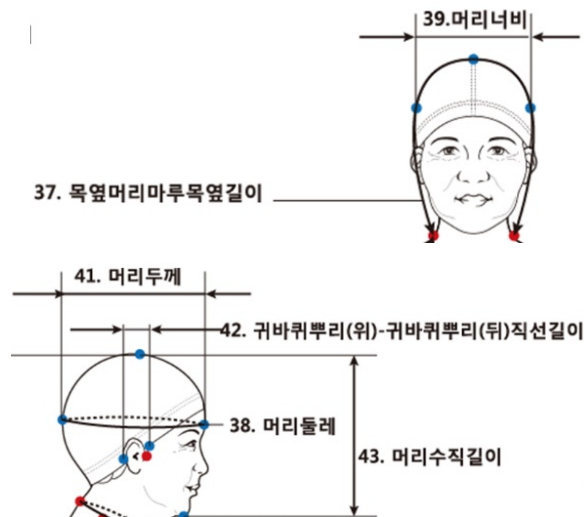
(단위:mm)

	직접측정치 평균	자동측정치 평균	직접-자동 평균(절대값)
고령 여성 (n=446)	325.	329.08	5.66
20대 여성 마네킨	375	378	3

*20대 여성 마네킨 장판지둘레 측정 결과(한현숙,2007)

5) 머리 치수

머리치수는 측정모를 착용한 상태에서 측정이 이루어지는데<그림 4-20>, 측정모를 착용하여도 머리카락이 완전히 압박되는 것은 아니므로 직접측정시 눌리게 되면 부피의 변화가 생겨 치수 측정치 차이가 발생할 수 있다고 판단 된다. 또한 직접측정시 수직 또는 수평이 제대로 유지되지 않은 상태에서 둘레나 두께 너비를 측정할 경우, 평면을 이용하여 수직과 수평으로 측정하는 자동측정프로그램과의 측정치 차이가 더 크게 발생할 수 있다고 사료된다<표 4-25>.



출처: 고령자 3D 인체형상측정조사 개발사업

그림 4-20. 머리치수 직접측정법

표 4-25. 고령여성의 머리치수 직접측정치와 자동측정치 비교

(단위:mm)

	직접측정치 평균	자동측정치 평균	직접-자동 평균(절대값)	ISO20685 허용오차 기준
귀구슬사이머리위길이	372.63	358.06	14.82	1
목옆마루목옆길이	596.57	572.15	24.47	
머리둘레	543.74	555.24	11.86	
머리너비	150.87	161.90	6.25	
머리두께	177.65	186.48	9.00	
머리수직길이	223.01	227.18	8.23	
귀구슬사이너비	136.24	147.56	11.71	2

각 항목별로 직접측정치와 자동 측정치 차이의 원인을 분석한 결과, 고령 여성의 변형된 부위별 특징 및 자세로 인해, 바르게 선 자세 기준으로 만들어진 기존 측정프로그램의 알고리즘이 적합하지 않아 다수 문제가 발생하는 것을 알 수 있었다. 그 외에 선행연구에 따르면 호흡 및 자세유지의 차이에 의한 측정치 차이(박선미, 2004)와 직접측정시 수평유지 유무에 의한 측정치 차이(한현숙, 2007)도 영향을 미칠 수 있다고 하였는데, 고령 여성의 경우 근골격계의 약화 및 체력 저하로 호흡 및 자세 유지에 더 어려움이 더 있을 수 있으므로, 이로 인한 측정치 차이가 다른 연령대보다 더 크게 발생할 수 있을 것이라고 판단된다.

이러한 측정치 차이의 원인들을 종합적으로 고려하여 대안을 제시하자면, 고령 여성의 부위별 형태 및 자세 특징을 반영한 체형 분류 알고리즘을 개발하고, 이 알고리즘에 따라 분류된 체형의 치수 정보 획득이 가능하도록 자동 측정 알고리즘의 개선이 필요하다고 판단된다. 또한 직접측정시에도 고령 여성의 신체적, 생리적 특징을 고려하여 수정된 방안이 필요할 것이라고 판단된다.

5. 결론 및 제언

본 연구에서는 고령 여성을 대상으로 기존 자동측정프로그램이 적합한지 검토하기 위해, 동일한 측정 항목의 직접측정치와 자동측정치의 차이를 비교분석하였다. 먼저 연령, 측면체형, BMI에따른 측정치 차이의 차이를 파악한 뒤, 이에 대한 원인분석을 하여 고령자 대상의 자동측정프로그램 수정을 위한 기초자료를 제공하고자 하였다. 본 연구의 내용을 요약하면 다음과 같다.

첫째, ‘2014 고령자 3D 인체형상측정조사 개발사업’의 70~85세의 고령 여성 450명의 직접측정치와 자동측정치의 차이를 대응표본 T검정을 통해 비교하여, 33개의 항목중 29개가 유의한 차이가 나타남을 알 수 있었다. 그리고 SNU AutoBM을 이용한 선행연구의 20대 여성 마네킨 대상 측정치 차이 결과와 본 연구의 고령자 대상 측정치 차이를 비교하였는데, 고령 여성의 경우에는 측정치 차이가 더 크게 발생한 것을 알 수 있었다. 또한 고령 여성의 측정치 차이를 ISO 20685에서 제시하는 허용평균오차와 비교한 결과, 33개 항목중 30개의 항목이 기준을 초과하여, 기존의 자동측정프로그램이 바르게 선 체형에서의 정확도가 높았으나, 고령 여성에게 적합하지 않음을 확인할 수 있었다.

둘째, 고령 여성의 체형 및 자세에 의한 측정치 차이가 발생하는지 파악하기 위해, 450명 고령 여성 형상자료의 두께및 각도를 측정한 뒤 기준에 따라 분류하였다. 그 결과, 측면 형태 자세에 따라 ‘바른 체형,’ ‘휜 체형,’ ‘젖힌체형,’ ‘숙인 체형’이 분류되었고, 추가적으로 고령 여성의 주요 특징인 ‘무릎굽은체형’이 분류되어

총 5가지 유형이 나타났다. 고령 여성에게 가장 많이 나타나는 체형은 바른 체형 다음으로 숙인 체형이었고, 그 다음은 흰 체형, 젖힌 체형으로 나타났다. 무릎굽은 체형의 경우 다른 체형들과 중복하여 나타났는데, 흰 체형의 경우 24명(100%)이 무릎굽은 체형에 해당되었고, 젖힌 체형의 경우 9명(60%)이 해당되었으며, 숙인체형과 바른체형은 중복되어 나타나지 않았다.

셋째, 측정대상분류에 따라 직접측정치와 자동측정치 차이가 어떻게 나타나는지 파악하기 위해, 연령집단, 측면체형집단, BMI집단에 대한 측정치 차이를 일원분산분석하였다.

연령집단에 따른 집단간 측정치 차이를 분석한 결과 신체길이와 체질길이의 측정치 차이가 증가하였고, 이는 연령이 증가할수록 상반신 굴신과무릎굽음 등의 체형변형으로 측정치 차이가 더 크게 발생하는 것으로 판단된다.

측면체형에 따른 집단간 측정치 차이를 분석한 결과, 체형에 따라 유의하게 나타나는 항목은 허리높이, 젖가슴둘레, 장딴지둘레, 넓다리둘레였다. '젖힌체형'에서 허리높이와 젖가슴둘레, 넓다리둘레 항목의 측정치차이평균값이 제일 높았고, '흰 체형'은 장딴지둘레에 대한 측정치차이평균값이 다른체형에 비해 제일 높았다. '바른체형'과 '숙인체형'은 위 항목에 대해 다른체형에 비해 측정치차이평균값이 낮았고, ISO 20685의 허용평균오차 기준과도 가장 근접하였다. BMI에 따른 집단간 측정치 차이를 분석한 결과, BMI가 높을수록 둘레항목에 대한 측정치 차이도 커지는 것을 알 수 있었다. 또한, 측면체형에 따른 BMI의 분포 정도를 살펴본 결과, 모든 체형에서 비만이 가장 많이 나타났으므로, BMI가 체형이나 자세를 반영하지 않는 것으로 판단되었다.

넷째, 항목별로 측정치 차이의 원인을 분석한 결과, 바르게 선 자세를 기준으로

만들어진 기존 측정프로그램의 알고리즘이 변형이 적은 일반적인 체형에서는 정확도가 높았으나, 변형된 체형 및 자세를 가진 고령여성에게는 다수 항목에서 문제가 발생하여 활용이 적합하지 않음을 알 수 있었다. 그 외에도 호흡 및 자세유지의 차이에 의한 측정치 차이와 직접측정시 수평유지 유무에 의한 측정치 차이도 영향을 미칠 수 있는데, 고령 여성의 경우 근골격계의 약화 및 체력 저하로 호흡 및 자세 유지가 어려워, 이러한 원인들이 다른 연령대보다 측정치 차이가 더 크게 발생하는데 영향을 끼칠 수 있다고 생각 된다. 그러므로 본 연구에서는 고령 여성에게 활용도가 높은 자동측정프로그램을 위해, 고령 여성의 신체적 특징을 반영한 체형 분류 알고리즘을 만든 후, 분류된 체형에 따라 측정치 수경로를 설정하는 수정된 자동측정 알고리즘을 제안한다.

본 연구의 한계점 및 후속연구를 위한 제언은 다음과 같다.

첫째, 본 연구는 측면체형에 대한 분류와 그에 따른 측정치 차이분석만 진행되었는데, 고령 여성은 정면에서도 비대칭이 심하므로, 이에 따라 고령 여성의 정면자세 분류 및 측정치 차이에 대한 분석도 필요할 것이라 판단된다. 더 나아가 정면자세와 측면자세를 종합한 고령 여성 체형 분류 알고리즘 개발하여, 분류된 체형에 따른 자동치수측정이 가능하도록 측정알고리즘 개선이 필요하다.

둘째, 본 연구는 자동측정프로그램의 알고리즘에 의한 오차원인 분석을 하였지만, 직접측정시에도 고령여성의 자세 변형 및 생리적 변화로 기존의 측정방식에 대한 수정된 방안이 필요할 것으로 사료된다.

셋째, 본 연구는 2014고령자 3D 인체형상측정조사 개발사업에서 사용된 프로그램인 SNU AutoBM의 자동측정프로그램으로만 고령 여성의 측정치 차이를 분석하였는데, 다른 자동측정프로그램에서의 고령 여성에 대한 측정치 차이도 비교, 분석하여 적합성을 검토 하는 것이 필요하다고 판단된다.

참고 문헌

1. 서적

- 이순원, 이순원, 김구자, 남윤자, 노희숙, 정명숙, 최유경. (2002). *의복 체형학*. 서울: 교학연구사.
- 김혜경, 권숙희, 김순자, 박은주, 서추연, 이숙녀, 조정미. (1997). *피복 인간공학 실험설계방법론*. 서울: 敎文社.
- 김효창. (2013). 혼자서 완성하는 통계분석. 서울: 학지사

2. 논문

- 김경화. (1995). *老年 女性 體型의 類型化 및 特性 研究*. (국내석사학위논문), 이화여자대학교 대학원, 서울. Retrieved from <http://www.riss.kr/link?id=T925132>
- 김경화. (2001). *비만 노인 여성의 하반신 체형분석에 따른 슬렉스 기본 원형에 관한 연구*. (국내석사학위논문), 建國大學校, 서울. Retrieved from <http://www.riss.kr/link?id=T8422082>
- 김경화, 최혜선. (1996). 논문편 : 노년기 여성 체형의 자세 및 실루엣. [Research : A Study on Somatotype of Elderly Women]. *Family and Environment Research*, 34(2), 183-199.
- 김수아. (2003). *지수치를 이용한 노년 여성의 상반신 체형 분류와 판별에 관한 연구*. (국내석사학위논문), 이화여자대학교 대학원, 서울. Retrieved from <http://www.riss.kr/link?id=T8591423>
- 김수아, 이경미, 최혜선. (2003). 지수치를 이용한 노년 여성의 하반신 체형 유형화에 관한 연구. [Lower Body Somatotype Classification and Discrimination of Elderly Women According to Index]. *服飾*, 53(6), 117-130.

- 김수아, 최혜선. (2003). 지수치를 이용한 노년여성의 상반신 체형 분류와 판별에 관한 연구. *한국의류학회 학술대회논문집*, 2003(-), 58-58.
- 김영숙, 손희순. (1996). 노년기 여성의 상반신 체형의 유형화. [A Study on Classification of Elderly Women's Upper Body Shape]. *Family and Environment Research*, 34(3), 219-232.
- 김인미, 김인미. (2009). 20대 전반 여성의 어깨 및 등면 형상에 따른 체형분류. (국내박사학위논문), 동덕여자대학교, 서울. Retrieved from <http://www.riss.kr/link?id=T11755107>
- 김인순, 성화경. (2002). 노년기 여성의 체형 유형화에 관한 연구. [A Study on Classification of Elderly Women's Body Type]. *韓國衣類學會誌*, 26(1), 27-38.
- 김혜경, 권숙희, 김순자, 박은주, 서추연, 이숙녀, 조정미. (1997). *피복 인간공학 실험설계방법론*. 서울: 敎文社.
- 김희숙. (2002). 연구논문 : 의복원형 설계를 위한 농촌지역 노년기 여성의 체형 분류. [Transactions : Classification of the Somatotype of Apparel for Elderly Female Farmers]. *한국의류산업학회지*, 4(5), 480-486.
- 남윤자, 최인순. (1999). 노년여성의 하반신 체형분류 및 특성. *服飾文化研究*, 7(1), 154-164.
- 문지연. (2002). 노년 여성의 하반신 체형 분류 및 하의류 치수규격 설정에 관한 연구. (국내석사학위논문), 서울대학교 대학원, 서울. Retrieved from <http://www.riss.kr/link?id=T8727684>
- 박선미. (2004). 3차원 인체 측정법의 표준화를 위한 기초연구. (국내석사학위논문), 서울대학교 대학원, 서울. Retrieved from <http://www.riss.kr/link?id=T9318527>
- 서동애. (2001). 삼차원 인체 레이저 스캔 데이터를 이용한 남성 재킷 원형 설계 방법에 관한 연구. (국내박사학위논문), 연세대학교 대학원, 서울. Retrieved from <http://www.riss.kr/link?id=T8028442>
- 성옥진, 김숙진. (2015). 실버 의류산업 활성화를 위한 노년 비만여성의 체형연구. [Study on the body shapes of old aged obese women for the

- activation of the silver clothing industry]. *복식문화연구*, 23(5), 755-767.
- 심부자, 서추연, 이소영. (2007). 연구논문(研究論文) : 노년(老年) 남성(男性)의 슬랙스 패턴설계(設計)를 위한 하반신(下半身) 체형(體刑) 분석(分析). [Theses : Lower Body Analysis for Pattern Design of Elderly Men`s Slacks]. *패션 비즈니스*, 11(5), 15-34.
- 이경화, 최혜선. (1994). 지수치를 이용한 노년여성 체형유형화에 관한 연구. [A Study of Body Form Classification on Eldlerly Women Using Body Indices]. *韓國衣類學會誌*, 18(4), 560-565.
- 이난희, 김금화. (2007). 고령자(노인)의 체형특성과 의생활 실태. *한국의상디자인학회 학술대회*, 2007(6), 36-39.
- 이수진. (2009). 노년여성의 체형에 따른 재킷패턴 설계에 관한 연구. (국내박사 학위논문), 성신여자대학교, 서울. Retrieved from <http://www.riss.kr/link?id=T11577210>
- 이순원, 이순원, 김구자, 남윤자, 노희숙, 정명숙, 최유경. (2002). *의복 체형학*. 서울: 교학연구사.
- 이양경, 이정임. (2009). 노년여성의 측면 변형체형 분석(제2보). [Analysis of Deformed Lateral Body of Elderly Women(2)- Focused on Classification of Deformed Lateral Body Type -]. *한국패션디자인학회지*, 9(2), 59-74.
- 이은경. (2001). 노년여성의 체형분석 및 의류치수규격에 관한 연구. (국내석사학 위논문), 건국대학교 대학원, 서울. Retrieved from <http://www.riss.kr/link?id=T8173631>
- 이은정. (2006). 노년기 여성의 체형 연구에 대한 이론적 분석. [A Theoretical Analysis on Somatotyping of Elderly Women]. *한국패션뷰티학회지*, 4(1), 35-41.
- 최인순, 남윤자. (1997). 노인여성의 측면체형 분석. [An Analysis of the Somatotype of Elderly Women]. *복식*, 34(0), 19-36.

- 한현숙. (2001). *의복제작을 위한 인체 자동측정 알고리즘에 관한 연구*. (국내석사학위논문), 서울대학교 대학원, 서울. Retrieved from <http://www.riss.kr/link?id=T8076149>
- 한현숙. (2007). *의복 제작을 위한 3차원 인체 측정점 및 치수 측정 경로 자동 설정에 관한 연구*. (국내박사학위논문), 서울대학교 대학원, 서울. Retrieved from <http://www.riss.kr/link?id=T11041118>
- 한현숙, 남윤자, 최경미. (2006). *직접측정치와의 비교를 통한 성인 한국여성의 3차원 차원 측정치 특성 고찰*.
- 홍은희. (2013). *3차원 인체형상의 평면전개에 의한 성인남성의 체형유형별 타이 트 핏 토르소원형 설계*. (국내박사학위논문), 한양대학교 대학원, 서울. Retrieved from <http://www.riss.kr/link?id=T13236186>
- 홍정화, 박경택. (2004). [테마기획 - 실버 공학] 노인 보행 특성과 Assistive Technology. *기계저널*, 44(1), 61-65.

3. 기타

패션전문자료사전(1997).

<http://terms.naver.com/entry.nhn?docId=285718&cid=42822&categoryId=42822>

두산백과사전.

<http://terms.naver.com/entry.nhn?docId=1147024&cid=40942&categoryId=32318>

사이즈코리아

<http://sizekorea.kats.go.kr/>

사이버웨어사

<http://www.cyberware.com>

Abstract

An Analysis of the Difference between Direct and Automated Anthropometric measurement for the Eldely Women

Chung, Juwon

Department of Textiles,

Merchandising and Fashion Design

The Graduate School

Seoul National University

The objective of this study is to analyze the difference between the results of the 3-D direct measurement and the automated measurement for Korean elderly females according to age groups, side somatotype, and BMI (Body Mass Index) groups. The findings of this study are to provide the base data to enhance the automated measurement program. This study compares the measurement difference of the direct and the 3-D automated measurement for women of the age between 70 to 85, according to age group, BMI group, and side somatotype. To analyze the difference of the measured data for

side-somatotype, first, this study develops the side somatotype measurement standards that enables objective classification by utilizing the data of the direct measurement and the 3-D automated measurement for 450 elderly women. Based on the developed standards, somatotype is classified. The results of the study are following:

Comparison of the results of the direct measurement and the 3-D automated measurement for elderly women shows that meaningful discrepancy exists for 29 items out of 33 items. By comparing with the results of a preceding study investigating the measurement difference for mannequins of a 20 year age female group, the measurement of circumference items shows a bigger difference for the elderly women's data compared with the data of mannequins of a 20 year age female group.

Furthermore, the result of comparing with the average error tolerance recommended by ISO20685 shows that 30 items out of 33 items exceeded the ISO recommendations. From this result, the automated measurement program used in the study; 'SNU AutoBM' shows a higher degree of accuracy for straight postures, but is unsuitable for postures of elderly women with changed somatotype.

To investigate whether the measurement difference for elderly women is caused by somatotype and posture changes, first, somatotype is classified. For side somatotype groupings; 'straight', 'bended', 'stooped', and 'tilted somatotype' are classified. With the addition of, 'bended knee somatotype',

5 groups of somatotype are proposed. For elderly women, most common somatotype is 'straight somatotype', and the next common group is 'stooped', followed by 'bended', and 'tilted'. 'bended knee somatotype' is overlapped with other somatotype.

This study investigated the difference between the results of the direct measurement and the automated measurement according to the classification of somatotype. The age group analysis shows that as the age group gets older, the body length measured data and arthromeric length measured data show larger discrepancy. It is understood that this discrepancy is due to the fact that somatotype changes by upper body stooping and knee tilting get more pronounced as get older.

The results of analyzing the measurement differences according to the somatotype groups show meaningful difference for waist height, breast, calf, femora circumference. For groups that exhibit significant different measured values, the average measurement values of bended and tilted body types appear to be bigger than the average values of straight and stooped somatotype.

The result of analyzing the measurement difference according to BMI groups shows that higher the BMI values, bigger the measurement difference for circumference items. chi-square test to investigate the BMI distribution according to side somatotype shows meaningful difference. Nevertheless, shape difference in obesity shows largest differences among different

somatotype. These results imply that BMI does not reflect the body types and postures.

In relation to these results, as a result of the analysis of measurement difference, the suitability of the automatic measurement programs is found to be high for stood postures, while due to posture and part of body changes for elderly women, problems seem to exist on several items, and the automated program is not appropriately used. Therefore, it is recommended to develop algorithm, reflecting the body changes of elderly women first, and upgrade the automated program equipped with a measurement size method.

From this study, we examined the cause of measurement difference between the direct and automated program for age group, somatotype, and BMI. It is hoped that the results of this study be utilized as a base data for improving the automated measurement program.

Key words: Elderly Women, somatotype, 3-D automated measurement, Automated Anthropometric Measurement Program.

Student Number: 2014–20368